



MICROINFILTRACIÓN DE LOS CEMENTOS DE VIDRIOS IONOMEROS
UTILIZADOS COMO BARRERAS INTRACORONARIAS EN DIENTES
TRATADOS ENDODONTICAMENTE: REVISIÓN ESTRUCTURADA DE
LA LITERATURA

Trabajo de Investigación
Requisito para optar al
Titulo de Especialista en Endodoncia

Residente: Dra. Camila Andrea Rojas Henríquez

Directora del Programa

Prof. Dra. Alicia Caro Molina

Docente Guía: Prof. Dra. Loreto Martín Rodríguez

Catedra de Endodoncia

Valparaíso – Chile

2018

Sabemos lo que somos, pero aun no
sabemos lo que podemos llegar a ser.

William Shakespeare

AGRADECIMIENTOS

Comencé esta aventura con una maleta llena de sueños, anhelos y miedos, gracias **Dios** por haberme dado sabiduría y fortaleza durante estos dos años, gracias a ti hoy puedo cumplir con otra etapa mas en mi formación como profesional de bien que aspiro ser.

Gracias por alentarme siempre, por confiar en mi y darme tu apoyo incondicional. Eres mi compañero, mi mejor amigo y el amor de mi vida. **Richard**, gracias por empujarme a alcanzar mis sueños y por levantarme con un abrazo de amor cada vez que estaba rendida y exhausta. Sin duda alguna somos un gran equipo.

A mi **Papá** y a mi **Mamá**, por el apoyo y el amor incondicional que siempre me han brindado. Sin la gran ayuda que me han dado durante estos años, esta meta no la estaría alcanzando. Son mi todo y los amo de aquí al infinito. Gracias y son los mejores padres del mundo.

A mi **Hermanita** y **Cuñado**, que me han dado el mejor regalo y la alegría mas grande durante estos años. Me han dado a mis dos tesoritos, mis sobrinitos regalones que con solo ver sus caritas o escuchar sus vocecitas hasta el día más negro se llena de colores y luz. **Fefita** y **Nachito** los amo con mi vida.

INDICE

1. Introducción	1
2. Marco Teórico	3
I. Temporización en Endodoncia.....	3
i. Tipos de Temporización en Endodoncia.....	4
a) Sellado total de la cavidad de acceso.....	6
b) Barreras intracoronarias.....	9
c) Doble Sellado.....	14
ii. Materiales de Temporización Coronal Endodóntico.....	15
a) Factores para la sección del material.....	15
b) Propiedades de los materiales.....	19
c) Clasificación de los materiales.....	20
d) Comparación de materiales basados en el sellado coronario....	40
II. Microinfiltración de la Temporización en Endodoncia.....	43
i. Factores que afectan el sellado coronal endodóntico.....	44
ii. Técnicas de medición de la microinfiltración.....	47
a) Penetración de colorantes.....	47
b) Penetración bacteriana.....	49
III. Comparación de Materiales Utilizados como Barreras Intracoronarias.....	50
3. Pregunta de Investigación	54
4. Objetivos	55
I. Objetivo General.....	55
II. Objetivos Específicos.....	55
5. Materiales y Métodos	56
I. Tipo de Investigación.....	56
II. Determinación de la Muestra.....	56
III. Palabras Claves.....	56
IV. Criterios de Inclusión.....	57

V. Criterios de Exclusión.....	57
VI. Metabuscadores Seleccionados.....	58
VII. Método de Búsqueda.....	58
6. Resultados.....	63
7. Discusión.....	70
8. Conclusiones.....	74
9. Sugerencias.....	75
10. Resumen.....	76
11. Referencias Bibliográficas.....	77

INTRODUCCIÓN

Existe una directa relación entre la adecuada limpieza del sistema de conductos radiculares y el éxito del tratamiento endodóntico. Sin embargo, el correcto sellado hermético de la parte coronaria y la elección de un correcto material de restauración una vez terminado este tratamiento, es fundamental para evitar la filtración coronaria de saliva, bacterias y otros elementos contaminantes presentes en la cavidad oral hacia el sistema de conductos radiculares (1).

Los conductos radiculares, aunque estén bien tratados y sellados, pueden ser nuevamente contaminados en distintas situaciones clínica tales como, la caries secundaria, la fractura del tejido dentario remanente o de la obturación provisional y la ausencia de una restauración definitiva. Todos estos factores tienen el común denominador de generar microinfiltración que es el origen de la contaminación y pueden llevar al fracaso de dicho tratamiento endodóntico a largo plazo (2,3).

Para evitar y minimizar la filtración coronaria se debe colocar un material de restauración provisional en la cavidad de acceso, el cual nos debe ofrecer un buen sellado a nivel coronal, proteger el tejido dental remanente, permitir su fácil colocación, detección, remoción y en algunos casos, cumplir con requisitos estéticos mínimos (4,5). Dado que el material de restauración post tratamiento endodóntico es temporal es que se recomienda que la restauración definitiva sea realizada lo antes posible una vez terminado el tratamiento de endodoncia en si (6). Con el fin de mejorar el pronóstico de los tratamientos de endodoncia se recomienda, una vez terminada la endodoncia, la confección de un conducto protésico o la cementación inmediata del poste de anclaje intraconducto (7).

Los determinantes para la elección de un material de restauración temporal están dados por el tiempo que deberá permanecer este material, el cual no debe ser por mas de 2 o 3 semanas, el tejido dental remanente y las fuerzas oclusales a las cuales será sometido.

A lo largo de la historia, se han desarrollado distintos tipos de materiales dentales que pueden ser utilizados durante las sesiones del tratamiento de endodoncia y una vez finalizado este, dentro de toda esta gama de materiales, los cementos de vidrio ionómero juegan un papel importante por sus propiedades mecánicas, químicas y estéticas (8). Sin embargo, no existe una claridad total sobre cual es el mejor material para utilizar como barrera intracoronaria una vez terminado el tratamiento de endodoncia.

MARCO TEÓRICO

I. TEMPORIZACIÓN EN ENDODONCIA

Los materiales de obturación provisional usados en endodoncia sirven para sellar la cavidad de acceso cameral entre sesiones clínicas y después de completado el tratamiento de conductos radiculares, con el fin de evitar la sobrecontaminación de conductos ya preparados. Estas obturaciones se deben mantener hasta que se realice la restauración definitiva (9).

En la mayoría de los casos clínicos, el tratamiento de endodoncia se realiza en varias sesiones y estas obturaciones juegan un rol fundamental para evitar la filtración de saliva y microorganismos hacia el sistema de conductos radiculares y para evitar que los medicamentos utilizados a nivel cameral y de conductos se salgan y dejen de actuar (10).

Messer y Wilson en 1996 enumeran una serie de requisitos que debe cumplir una restauración provisoria en endodoncia (1, 11). Éstos son:

- El sellado coronario de la cavidad de acceso debe de evitar que penetren fluidos orales y bacterias en el interior del sistema de conductos radiculares y que salgan a la cavidad oral las medicaciones intraconductos utilizados.
- Permitir el aislamiento absoluto y la contención de los agentes irrigantes.
- Proteger la estructura dental remanente hasta la colocación de la restauración definitiva final.

- Debe ser de fácil colocación, de fácil visualización y de fácil remoción en la siguiente sesión.
- Estéticamente aceptable, aunque esto puede considerarse secundario a la obtención de un buen sellado.

En 1961, Marshall y Massler describieron por primera vez que una de las causas de fracaso del tratamiento de conductos puede ser debido a filtración coronaria. Afirmaban que “el sellado del conducto radicular podía ser alterado si se rompía coronalmente y añadían que el pronóstico del tratamiento de conductos dependía más del sellado coronario que de la obturación del conducto propiamente tal, la cual podría ser defectuosa” (12). Esta afirmación destaca la importancia del sellado coronal, pero sin restar importancia al sellado apical.

i. TIPOS DE TEMPORIZACIÓN EN ENDODONCIA

Los distintos tipos de materiales de obturación temporal utilizados en endodoncia pueden ser clasificados según la etapa del tratamiento en la que son utilizados:

- Antes del tratamiento de endodoncia: son las obturaciones provisionales que se realizan después de la eliminación del tejido cariado y sin sustento. Es la reconstitución provisional del diente con materiales adhesivos. El fin es poder permitir un correcto aislamiento y crear una cavidad de contención para los irrigantes. Si la corona dentaria está muy destruida, con pérdida de las caras mesial o distal, puede emplearse una banda de ortodoncia, o de cobre, como apoyo a la reconstitución; esto nos facilitará el aislamiento las próximas sesiones.

- Durante el tratamiento de endodoncia: son las obturaciones temporales del acceso cameral realizadas entre las sesiones que dure el tratamiento de endodoncia. El tiempo de permanencia de este tipo de materiales va de 7-14 días. Su principal objetivo es lograr un sellado para impedir la entrada de fluidos hacia el sistema de conductos y un sellado para impedir que la medicación se salga del interior del conducto.

- Después del tratamiento de endodoncia: son las obturaciones realizadas una vez que se ha terminado el tratamiento de endodoncia. Su tiempo de permanencia es variable y puede ir de meses a incluso años. Para minimizar la probabilidad de contaminación, se recomienda la restauración inmediata al finalizar el tratamiento del conducto radicular (13). Este tipo de temporizaciones se pueden realizar de 3 formas diferentes:
 - a) Sellado total de la cavidad de acceso.

 - b) Barreras intracoronarias.

 - c) Doble sellado coronario.

Un requisito indispensable que deben cumplir los distintos tipos de materiales de obturación temporal utilizados en endodoncia es su fácil visualización. Independiente de la etapa del tratamiento en la que se utilice, la visualización clara de este material es fundamental ya que esto, facilitara su posterior remoción tanto por el endodoncista entre las distintas sesiones del tratamiento, como por el rehabilitador. La fácil visualización del material de obturación permite su remoción con el menor riesgo posible.

a) Sellado total de la cavidad de acceso

El sellado total de la cavidad de acceso es la técnica obturación temporal que se utiliza una vez terminado el tratamiento de endodoncia y que consiste en la obturación de toda la cavidad de acceso, desde la entrada del conducto hasta la superficie oclusal. Se utiliza cuando no es posible restaurar el diente de manera inmediata.

Se debe utilizar una capa gruesa de material temporal, preferiblemente llenando toda la cavidad de acceso. Sin embargo, la mayoría de los rehabilitadores prefieren una pequeña bolita de algodón, teflón o esponja en la entrada de los conductos radiculares, para impedir su bloqueo con el material de obturación temporal (14). Si se va a utilizar una bolita de algodón, la premisa es: "Poco algodón y mucho material temporal" (15).

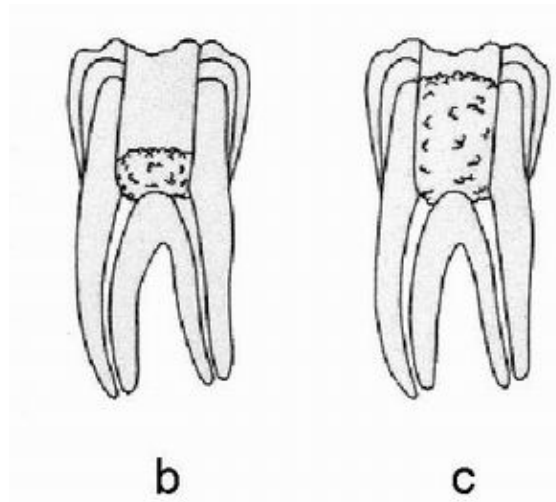
En este tipo de temporización, lo más importante no es el material de obturación temporal sino el espesor de este, el cual le brinde las capacidades mecánicas mínimas para soportar las fuerzas masticatorias, y la forma de colocación en el interior de la cavidad, para asegurar el sellado marginal óptimo. El espesor del material de obturación temporal debe ser mínimo 3-4 mm (16).

La Doctora Lisa Wilcox en el 2002, realizó las siguientes figuras para poder esquematizar la colocación correcta e incorrecta de los materiales de obturación en esta técnica de temporización (15).

En los dientes con cavidades de acceso conservadoras (tipo clase I de Black) o con gran remanente dentario, la bolita de algodón debe ser pequeña y estar en directa relación con la entrada de los conductos radiculares (Figura 1b). El tamaño pequeño de la bolita de algodón es fundamental para asegurar un espesor de material de obturación temporal mínimo de 3-4 mm, si la bolita de algodón es demasiado grande (Figura 1c) no podremos tener un espesor de material de obturación temporal adecuado y eso nos afectará las

propiedades de la obturación. La bolita de algodón debe estar en la entrada de los conductos radiculares para evitar su bloqueo con el material de obturación temporal.

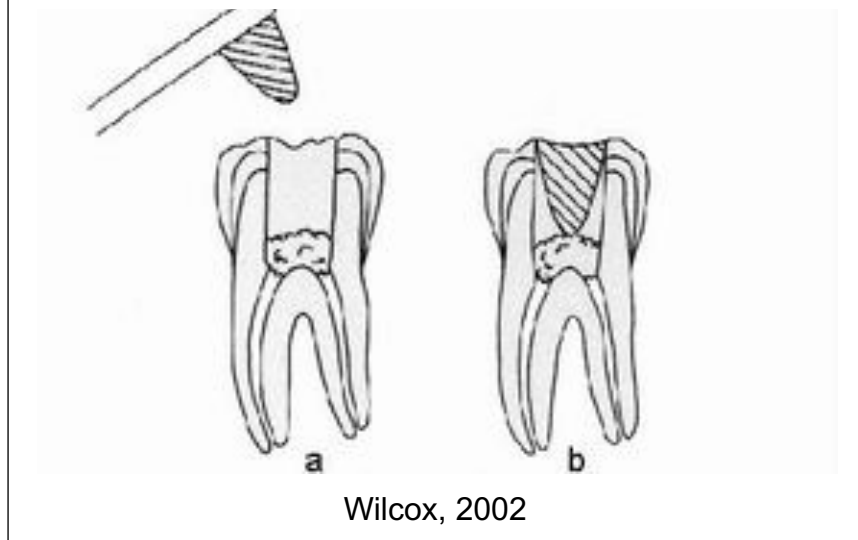
Figura1: Esquema del tamaño del algodón dentro de la cámara



Wilcox, 2002

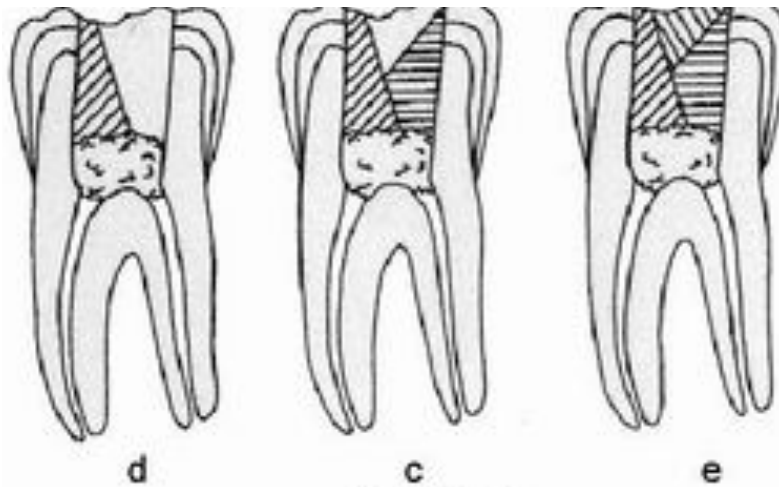
La técnica de colocación del material de obturación temporal dentro de la cavidad es fundamental para asegurar un sellado óptimo. Si la obturación se realiza en un único y gran incremento (Figura 2), el material, no logra un sellado completo de la cavidad de acceso, ya que quedan vacíos o zonas donde el material no es capaz de penetrar y esto genera un pobre sellado.

Figura 2: Técnica de obturación temporal incorrecta



La técnica correcta de colocación del material de obturación temporal en la cavidad de acceso es mediante múltiples y pequeños incrementos de material de obturación (Figura 3), los cuales comienzan en la base de la cavidad, sobre el algodón y apoyándose en una de las paredes. Este material se compacta para luego continuar con el siguiente incremento, al final se sella la parte central de la cavidad. La superficie se compacta y el exceso de material se elimina y alisa para evitar un contacto oclusal alto.

Figura 3: Técnica de obturación temporal correcta



Wilcox, 2002

b) Barreras intracoronarias

Las barreras intracoronarias es la técnica de obturación temporal que se utilizan una vez terminado el tratamiento de endodoncia, consiste en la obturación de la entrada de los conductos y del piso del cámara pulpar seguido de un sellado simple del resto de la cavidad de acceso. Se realiza con el objetivo de proteger la obturación radicular de gutapercha de la posible infiltración de fluidos, bacterias y toxinas provenientes de la cavidad oral. Se considera una segunda barrera en caso de que no se realice de manera inmediata la restauración definitiva.

Si durante el sellado total de la cavidad de acceso se va a utilizar una bolita de algodón entre la gutapercha y el material de obturación, se recomienda la complementación con una barrera intracoronaria inmediatamente en la entrada de los conductos, para proporcionar una segunda capa de protección contra la contaminación coronal (14).

Las barreras intracoronarias son indispensables ya que la obturación radicular expuesta al medio bucal no tiene las condiciones para impedir la recontaminación del conducto previamente tratado. La gutapercha expuesta a saliva se contamina en tan solo en 3 días, llegando los microorganismos al tejido periapical (17). La microfiltración coronaria puede ser considerada un factor potencial en el fracaso del tratamiento de endodoncia cuando se ha expuesto el material de obturación del conducto a los fluidos bucales (18).

Torabinejad en 1990 realizó un estudio *in vitro* donde evaluó la penetración bacteriana corono-apical a través de dientes tratados endodónticamente. Preparó, limpió y obturó con gutapercha más un cemento sellador, cuarenta y cinco conductos radiculares. La porción coronaria de las raíces obturadas fue puesta en contacto con múltiples bacterias. Se determinó el tiempo requerido para que estas bacterias penetraran el conducto radicular hasta el foramen apical resultando que el 88% de los conductos radiculares fueron totalmente infectados en 30 días. (19).

Friedman et al en 1997 evaluaron *in vivo* los efectos de la microfiltración coronaria en dientes tratados endodónticamente. Realizaron un estudio en perros, para evaluar la eficacia del material de obturación radicular en la prevención de la inflamación periapical postratamiento de endodoncia.

Dicho estudio consistió en la preparación de 6 grupos: en el grupo 1, los conductos fueron obturados con gutapercha y un sellador, en el grupo 2, con gutapercha solamente y el grupo 3, sólo con sellador. Después de dos semanas la cámara pulpar fue inoculada con placa bacteriana. En el grupo 4, los conductos se obturaron como en los otros grupos, pero no fueron inoculados con placa bacteriana. En el grupo 5, los conductos no fueron obturados ni expuestos al inóculo. En el grupo 6, no fueron obturados, pero sí fueron expuestos al inóculo. Los dientes fueron radiografiados durante 14 semanas. En el grupo 6, se observaron lesiones periapicales a las 3 semanas después de la inoculación, mejor definidas y extensas hacia las 11 y 14 semanas. En los grupos 2, 3, y 5, se identificaron las lesiones a las 11 semanas y mejor definidas a las 14 semanas.

Los autores concluyen que el ingreso de microorganismos intrabucuales puede causar periodontitis apical en dientes tratados endodónticamente y que existe una correlación entre el aumento en la incidencia de fracasos de dientes tratados endodónticamente con inadecuada restauración a nivel coronal. Además, se demostró que son necesarias pocas semanas para que el ingreso de bacterias induzca al fracaso del tratamiento de endodoncia (20).

A pesar de que el uso de barreras intracoronarias entrega una gran ventaja para el éxito del tratamiento de endodoncia a largo plazo, ayudando a evitar la microinfiltración coronaria cuando la restauración definitiva no se realiza de inmediato o esta presenta deficiencias, la mayoría de los materiales que se utilizan a este nivel presentan un gran inconveniente el cual es su color muy parecido a las estructuras dentales lo cual nos dificulta su visualización cuando es necesario acceder nuevamente a los conductos radiculares.

Esta particular característica se presenta como una desventaja que se hace muy compleja cuando el rehabilitador, generalmente inexperto, desea desobturar el conducto radicular para poder realizar una preparación para poste de anclaje para prótesis fija. La mayoría de los rehabilitadores no utilizan magnificación para el proceso de la desobturación radicular y eso significa un gran riesgo de perforación radicular accidental al no poder visualizar claramente que es material obturador y que es tejido dental (21).

Wolcott en 1999 sugirió que los materiales utilizados como barrera intracoronaria deberían cumplir por lo menos con seis condiciones básicas (21):

- Ser de fácil preparación y de fácil aplicación.
- Tener adhesión a las estructuras dentarias.
- No permitir la infiltración coronaria de bacterias u otros elementos tóxicos.

- Ser de fácil distinción en su color con respecto a las estructuras dentales.
- No interferir con los materiales de restauración definitivos.
- No interferir con la estética.

Con el objetivo de poner a prueba estas 5 condiciones básicas, Wolcott analizó *in vitro*, la capacidad de sellado de barreras intracoronarias de 2-3 mm de espesor realizadas con tres cementos de vidrio ionómeros: Ketac Molar® (3M ESPE®), Vitrebond® (3M®) y un ionómero experimental (GC América®) frente a la contaminación con *Proteus vulgaris*. Luego de 90 días, los autores no observaron diferencias significativas en cuanto a la capacidad de sellado de los tres materiales ensayados, aunque comprobaron que, por su color, Vitrebond® fue más fácil de visualizar a través de la cavidad de acceso (21).

Los materiales de obturación temporal usados como barreras intracoronarias evolucionan en forma constante. Es importante destacar que no hay un material que satisfaga todas las expectativas del profesional, es decir, que posea todas las propiedades deseables. La selección correcta varía de acuerdo con la especificidad de cada caso (22, 23).

La literatura apoya el uso de una barrera intracoronaria para proteger el relleno del conducto radicular; esto brinda una segunda línea de defensa para el sello coronal temporal (24, 25).

Procedimientos clínicos recomendado para colocar barreras intracoronarias (26):

- Tallar la entrada del conducto con una fresa redonda.

- Limpiar la entrada de los conductos y el piso de la cámara pulpar con una motita con alcohol o un detergente para eliminar el exceso de cemento. Secar la superficie con aire.
- Colocar un material de restauración temporal o permanente en la entrada de los conductos y sobre el piso de la cámara

Figura 4: Esquema de aplicación de barrera intrarradicular e intracoronaria



Mavec, 2006

Con el fin de mejorar el pronóstico de los tratamientos de endodoncia y para evitar el riesgo de accidentes iatrogénicos, como perforaciones radiculares por mal tallado de preparación para poste de prótesis fija, se recomienda la confección de un conducto protésico una vez terminada la endodoncia. El conducto protésico consiste en obturar con gutapercha más cemento sellador solo los 4-5 mm apicales del conducto radicular, luego colocar una barrera intrarradicular de 2-3 mm de algún material adhesivo (preferentemente vidrio ionómero). El resto del conducto queda protegido con teflón o motita de algodón hasta la cámara pulpar y sobre esto, se realiza un sellado total de la cavidad de acceso (7).

Para poder realizar este procedimiento es indispensable una comunicación clara con el rehabilitador para poder planificar desde un principio cual será el conducto utilizado para anclaje, de que longitud, etc.

c) Doble sellado

El doble sellado es la técnica obturación temporal que se utiliza una vez terminado el tratamiento de endodoncia y que consiste en el sellado simple de la entrada de los conductos y del piso del cámara pulpar seguido de una obturación con un material adhesivo. Indicado en caso de que el diente tenga indicación de restauración con prótesis fija y requiera anclaje intraconducto.

En la entrada de los conductos y piso cameral se deja un material de sellado simple y sobre este, va un material de sellado definitivo. Con esta técnica el rehabilitador no tendrá mayores dificultades de localizar la entrada de los conductos para poder realizar el anclaje intraradicular. También facilita el acceso en caso de necesitar realizar un retratamiento de endodoncia

Esta temporización otorga un mal sellado en caso de que la restauración mas coronal falle, por eso hoy en día se recomienda tallar un conducto protésico de inmediato previa conversación con el rehabilitador tratante (7).

Como ningún material por si solo logra un sellado 100% efectivo contra la microinfiltración coronal (22), es que el uso de doble sellado ha sido recomendado para mejorar la calidad del sellado coronal de los materiales de obturación temporal (27).

Barthel et al en el 2001 realizaron un estudio *in vitro* para determinar la habilidad de sellado de diferentes materiales de obturación temporal tanto solos como utilizándolos

combinados (doble sellado), como: Cavit[®], IRM[®], cemento de vidrio ionómero, Cavit[®] combinado con cemento de vidrio ionómero, IRM[®] combinado con cemento de vidrio ionómero. Ellos encontraron significativamente más filtración con Cavit[®], IRM[®], Cavit[®] combinado con cemento de vidrio ionómero que con IRM[®] combinado con cemento de vidrio ionómero y cemento de vidrio ionómero solo, concluyendo que estos últimos materiales pueden prevenir la penetración bacteriana hacia el conducto radicular obturado por un período de 1 mes (28).

Pisano et al en 1998 recomienda la colocación de 3,5 mm de Cavit[®], IRM[®] o Súper EBA[®] en la entrada del orificio del conducto radicular como material de sellado simple y la posterior colocación de otro material de restauración intermedio en la totalidad de la cavidad dentaria coronal para prevenir de mejor manera la microfiltración coronal (29,26).

II. MATERIALES DE TEMPORIZACIÓN CORONAL ENDODÓNTICO

a) Factores para la selección del material

Antes de seleccionar el material de obturación temporal adecuado para la restauración provisoria se debe tomar en cuenta los siguientes factores (30):

- Tiempo de permanencia de la restauración temporal:
 - Las restauraciones provisorias pueden permanecer por distintos periodos de tiempo, según la necesidad de cada caso, la disponibilidad del profesional o incluso la conveniencia del paciente.

- En periodos breves de tiempo que van de 24 a 72 horas, las propiedades mecánicas del material no son prioritarias, ya que la restauración se retirará pronto. En estos casos se debe priorizar un material con buena capacidad de sellado, de fácil manipulación y de fácil retiro.
- En periodos largos de tiempo que van de 4 a 90 días, además de la buena capacidad de sellado, el material debe poseer adecuadas propiedades mecánicas. El desgaste, el grado de solubilidad y la resistencia a la tracción y a la compresión deben tomarse en cuenta y muchas veces se puede optar por el uso de un material restaurador definitivo, aunque después se deba remover.
- Resistencia de la estructura dental remanente:
 - Los dientes con gran destrucción son muy susceptibles a la fractura y requieren de materiales resistentes, de preferencia con propiedades adhesivas.
 - El módulo de resiliencia de los materiales es un factor importante que considerar, en especial en casos de dientes con cúspides altas y sin protección. En estos casos, es importante tomar en cuenta la oclusión y los hábitos del paciente.
 - Dependiendo del riesgo de fractura y de los hábitos del paciente se puede utilizar un material restaurador definitivo para proteger el remanente dental sin sustento, aunque después se deba remover.

- Forma de retención de la cavidad:
 - En caso de que el diente posea capacidad de retención suficiente, la selección será menos crítica en cuanto a la propiedad adhesiva del material.
 - En dientes con retención escasa o nula en los cuales puede ocurrir un desprendimiento fácil del material de obturación temporal se recomiendan materiales con capacidades adhesivas como, por ejemplo, los cementos de poliacrilato de zinc, vidrio ionómero, compómeros o de otros materiales resinosos.

- Posición del diente en la arcada:
 - En adultos las fuerzas masticatorias disminuyen desde los molares hacia los incisivos.
 - Los dientes posteriores siempre deben restaurarse en forma provisoria con materiales de buena resistencia mecánica.
 - Los dientes anteriores no necesitan de estas propiedades mecánicas, pero requieren estética adecuada y materiales con mínima posibilidad de colorearse.

- Material restaurador definitivo por emplearse posteriormente:
 - Cuando se tiene planificado usar materiales resinosos como restauración definitiva después de finalizar el tratamiento endodóntico no se debe utilizar materiales que contienen eugenol en la obturación provisoria, ya que se produce una incompatibilidad química entre la restauración temporal y la restauración definitiva.

- El eugenol presente en algunos cementos inhibe la polimerización de resinas y acrílicos, y puede comprometer las propiedades físicas de la restauración definitiva. El eugenol, al igual que otros compuestos fenólicos, es recolector de radicales libres necesarios para inducir el proceso de polimerización de las resinas y agentes adhesivos y, por lo tanto, inhibe el proceso de polimerización de los materiales resinosos (31). Según Jung en 1998, “el grupo hidroxilo presente en la molécula de eugenol tiende a cargar positivamente a estos radicales libres bloqueando su reactividad” (32).

- Grado de dificultad para la remoción posterior:
 - Según el material usado, su remoción puede resultar complicada, lo que dificultará la actividad del profesional que realizará la restauración definitiva o incluso al propio endodoncista cuando emplea ese material entre sesiones.

 - Esto ocurre sobre todo con los nuevos materiales resinosos y cementos, en extremo resistentes.

 - Cuando la restauración permanecerá por plazos cortos es preferible el uso de materiales que puedan removerse fácilmente en bloque.

- Estética:
 - Por grande que sea el grado de tolerancia del paciente o por breve que sea el tiempo de permanencia de la restauración provisoria en boca, la buena apariencia debe mantenerse.

- La gran diversidad de materiales disponibles favorece un trabajo estético; de esta forma, son inapropiados contrastes exagerados de color, así como formatos no armoniosos, sobre todo en la zona de incisivos, canino y premolares.
- Frente a las necesidades estéticas, el endodoncista puede utilizar materiales restauradores permanentes, aunque después se deba remover.
- Susceptibilidad del individuo a la caries:
 - Es importante considerar en la selección del material de obturación temporal la susceptibilidad del individuo a las caries.
 - El endodoncista no debe preocuparse solo por el tratamiento de conductos radiculares, sino que, tiene un papel fundamental en el proceso de preparación de la cavidad oral, y así minimizar las posibilidades de formación de caries.
 - Los materiales liberadores de flúor como los cementos de vidrio ionómero, en menor grado, los compómeros y algunas resinas, desempeñan un papel fundamental en esta tarea.

b) Propiedades de los materiales

La literatura demuestra que todos los materiales existentes exhiben algún grado de microfiltración marginal y que el material ideal parece no existir. A pesar de eso, algunas de las propiedades que un material de obturación temporal en endodoncia tiene que poseer son (30):

- Buen sellado en la unión diente material, propiedad importante combatir la filtración marginal.
- Variaciones dimensionales similares a las del diente.
- Buena resistencia a la abrasión y compresión.
- Fácil de colocar, visualizar y retirar.
- Compatible con los medicamentos intraconducto.
- Buena apariencia estética.

La estabilidad dimensional de los materiales de obturación temporal es dependiente del equilibrio de hidratación como también de otras características termodinámicas. Por lo tanto, los materiales que absorben libremente agua pueden expandirse significativamente en un ambiente acuoso como la cavidad bucal. Los cambios dimensionales inducidos por las variaciones de temperatura pueden aumentar o contrarrestar la expansión por hidratación (33). Con estos cambios volumétricos del material restaurador, la estructura dental sufre de estrés el cual puede gatillar en fracturas del remanente dentario o en brechas entre el material de obturación y la estructura dental.

c) Clasificación de los materiales

- Cementos de óxido de zinc y eugenol.
- Cementos de Policarboxilato de Zinc.

- Cemento de Fosfato de Zinc.
- Cementos de Vidrio Ionómero.
- Materiales Resinosos Polimerizables: Term[®] (Denstply[®]) y Fermit[®] (Vivadent[®]).
- Materiales que Endurecen por Humedad: Cavit[®] (3M ESPE[®]), Coltosol[®] (Coltene[®]) y Cimpat[®] (Septodont[®]).
- **Cementos de óxido de zinc y eugenol**

Estos cementos suelen dispensarse en forma de polvo y líquido y sus propiedades varían de acuerdo con el tipo, que según la especificación N° 30 de la ADA son cuatro: I, II, III y IV (30):

Figura 5: Tipos de cementos de óxido de zinc y eugenol

TIPO I – Para cementado temporario.
 TIPO II – Para cementado permanente.
 TIPO III – Para restauraciones temporarias y bases.
 TIPO IV – Para protección pulpar.

Goldberg, 2002

Existe una extensa variedad de fórmulas de cementos de óxido de zinc y eugenol; disponibles para restauraciones temporales e intermedias, bases cavitarias, bases

aislantes térmicas y cementos temporales y permanentes. También sirven como selladores de conductos radiculares y como cemento periodontal (34).

- Tipo I: Para cementación temporal (ZOE).
 - Composición:
 - Polvo: el óxido de zinc se prepara por calentamiento de carbonato o hidróxido de zinc, con el fin de aumentar su reactividad. El acetato de zinc (menos del 1%) también está presente en el polvo como agente acelerador.
 - Líquido: eugenol, que se halla en el aceite de clavo.
 - Propiedades:
 - Usados como sedantes, protección pulpar provisional y cementado temporal. Poseen baja resistencia mecánica (máximo 35 Mpa) y poca cohesividad de sus componentes. Tiene pH neutro (7,0), es biocompatible y proporciona un sellado óptimo que impide el ingreso de microorganismos por un corto plazo.
 - Una desventaja de este tipo de cemento es que el eugenol residual, es recolector de radicales libres necesarios para inducir el proceso de polimerización de las resinas y agentes adhesivos y, por lo tanto, inhibe el proceso de polimerización de los materiales resinosos.

Figura 6: Cemento Z.O.E



- Tipo II: Para cementado permanente (FYNAL®).
 - Composición:
 - Polvo: Las partículas de óxido de zinc reciben un tratamiento con ácido propiónico y están mezcladas con resinas o polímeros. También tiene agregados de albúmina y otros agentes de carga, para mejorar la resistencia mecánica del cemento.
 - Líquido: eugenol, con adición de ácido ortoetoxibenzoico.
 - Propiedades:
 - Poseen resistencia bastante mayor en comparación con los del tipo I, la resistencia debe ser de 60 Mpa. Su disolución es menor, es menos hidrofílico, tiene mejor estabilidad dimensional cuando se somete a cambios térmicos comparado con el tipo I.

Figura 7: Cemento Fynal®



Tipo III: Para restauraciones temporales y bases (SuperEBA®)

○ Composición:

- Polvo: Las partículas de óxido de zinc reciben un tratamiento con ácido propiónico y están mezcladas con resinas o polímeros. También tiene agregados de albúmina y otros agentes de carga, para mejorar la resistencia mecánica del cemento.
- Líquido: La mayor parte del eugenol (62,5%) es sustituido por el ácido ortoetoxibenzoico (EBA®), que es el responsable principal por las características de resistencia de este material.

- Propiedades:

- Por tener en su composición gran cantidad de EBA[®], tienen una resistencia a la compresión bastante satisfactoria, la resistencia es de 65 Mpa. Su costo es elevado.



- Tipo IV: Para Protección Pulpar (Óxido de zinc, polvo + eugenol, líquido).

- Composición:

- Polvo: El óxido de zinc se prepara por calentamiento de carbonato o hidróxido de zinc, con el fin de aumentar su reactividad. El acetato de zinc (menos del 1%) también está presente en el polvo como agente acelerador.
- Líquido: eugenol, que se halla en el aceite de clavo.

- Propiedades:

- Por lo general con partículas de tamaño menor, posee propiedades similares a las del tipo I, aunque es más resistente, de endurecimiento más lento y textura más uniforme.
- Su uso es como protección pulpar en recubrimientos pulpares indirectos.



La manipulación debe ser con una espátula sobre una loseta de vidrio. Los materiales en base a eugenol interfieren con el mecanismo de polimerización de las resinas compuestas.

El polvo debe dividirse en 3 o 4 partes y se agregará al líquido de a poco. El tiempo de mezcla es de alrededor de 1 minuto. Hay que siempre intentar agregar la mayor cantidad de polvo al líquido, para formar una masa espesa, brillante, pegajosa y que se adhiere con facilidad al instrumento.

En caso de que las instrucciones del fabricante difieran de las indicadas, hay que respetar siempre las que éste provea, por ser la mejor fuente de referencia.

- **Cementos de policarboxilato de zinc**

El cemento de policarboxilato de zinc fue el primer sistema de cemento que desarrolló adhesión a la estructura dentaria (34).

A pesar de no ser tan popular en la práctica clínica, el cemento de policarboxilato de zinc es un material excelente y posee algunas ventajas en relación con el cemento de óxido de zinc y eugenol.

- Composición:
 - Polvo: Óxido de zinc, óxido de magnesio y algunos fluoruros.
 - Líquido: Solución acuosa de ácido poliacrílico y copolímeros.

Cuando se mezcla el polvo y el líquido, el producto de la reacción química es un polímero salino (policarboxilato de zinc). El ácido poliacrílico posee grupos carboxílicos libres que se unen al ion calcio del esmalte y la dentina, lo que le confiere características adhesivas (30).

- Propiedades:
 - No tiene gran resistencia, poseen adhesión química al diente. La unión al esmalte es mayor que a la dentina. Proveen un sellado marginal superior al del cemento de óxido de zinc y eugenol. Tienen óptima resistencia a la

compresión (65 Mpa) y su resistencia a la tracción es superior a la del fosfato de zinc. Alcanzan el 85% de su resistencia al transcurrir 60 minutos desde su manipulación.

- La solubilidad del cemento en el agua es menor, pero cuando se expone a los ácidos orgánicos con un pH de 4,5 o menor, la solubilidad se incrementa de manera marcada (34).

El líquido debe colocarse sobre la loseta al momento de la mezcla, ya que es posible que absorba o pierda agua, lo que termina por comprometer la resistencia final y el tiempo de endurecimiento.

La mezcla se realiza con una espátula sobre una loseta de vidrio y es preferible que la incorporación del polvo al líquido sea de una sola vez. Después de 30 segundos de manipulación se obtiene una masa espesa, brillante, pegajosa y que se adhiere con facilidad al instrumento lo cual facilita la inserción del material en la cavidad. El tiempo de endurecimiento de este material es de alrededor de 3 minutos (30).

En caso de que las instrucciones del fabricante difieran de las indicadas, hay que respetar siempre las que éste provea, por ser la mejor fuente de referencia.

Figura 10: Cemento Policarboxilado de Zinc



- **Cementos de fosfato de zinc**

Es el cemento más antiguo de todos, es de reacción ácido-base, de alta resistencia y de baja solubilidad. Este cemento se usa para cementación, para base cavitaria y a veces como material de restauración temporal.

- Composición:

- Polvo: óxido de zinc y óxido de magnesio.
- Líquido: ácido fosfórico, agua, fosfato de aluminio y algunas veces fosfato de zinc.

- Propiedades:

- Presenta una resistencia compresiva de 104 Mpa. Tiene alta solubilidad y alta acidez lo cual puede provocar irritación pulpar y periodontal. El

fraguado del cemento de fosfato de zinc no implica reacción alguna con los tejidos duros que lo rodean o con otros materiales de restauración. Por lo tanto, la adhesión primaria ocurre por retención mecánica en la interfase y no por interacciones químicas (33).

Para su manipulación el polvo se debe dividir en muchas porciones. La mezcla se inicia con la incorporación de una pequeña de polvo al líquido mediante un batido enérgico. Se debe utilizar una gran superficie de la loseta.

Una buena regla para seguir es el espatulado de cada incremento durante 15 a 20 segundos. El tiempo de mezclado no es demasiado crítico. El acabado de la mezcla normalmente precisa entre 1,5 a 2 minutos.

Es importante seguir las instrucciones que se encuentran en estos materiales. La consistencia apropiada varía dependiendo de la aplicación del cemento.

- **Cementos de vidrio ionómero**

El vidrio ionómero es el nombre genérico de un grupo de materiales que usa el polvo del vidrio de silicato y una solución acuosa de ácido poliacrílico. También se conocen por otras denominaciones, como cementos ASPA (Aluminio-Silicato-Acido Paliavílico), cementos de polialquenoato y cementos ionómeros (30).

- Composición:
 - Polvo: vidrio de fluoroaluminosilicato cálcico soluble en ácido.
 - Líquido: solución acuosa de ácido poliacrílico, con ciertos aditivos, como los ácidos itacónico y tartárico.

- Clasificación: Según su uso, tenemos
 - I: Cemento para cementación
 - Tipo II: Para restauraciones y para sellar fosas y fisuras
 - Tipo III: Para bases cavitarias
 - Tipo IV: Para bases cavitarias o restauraciones pero modificado con resina
 - Tipo V: Para cementación en ortodoncia
 - Tipo VI: Para reconstrucción de muñones
 - Tipo VII: Para ART (Técnica de Restauración Atraumática)

- Propiedades:
 - Buen sellado marginal, ya que poseen adhesión química al diente. Su capacidad de adhesión supera a la de los cementos de policarboxilato de zinc.
 - Baja solubilidad.
 - Buena resistencia mecánica: la resistencia mecánica de estos cementos es baja, pero adecuada a las exigencias de una restauración temporaria.
 - Liberación de flúor: Por la gran cantidad de fluoruros que entran en su composición, el ionómero libera flúor hacia los líquidos bucales y las estructuras adyacentes, lo que no deja de ser un factor importante.

Los cementos de vidrio ionómero son muy susceptibles a la hidratación y la deshidratación. Por consiguiente, es fundamental que la restauración se proteja inmediatamente luego de su inserción con vaselina o barniz cavitario (34).

La manipulación debe ejecutarse sobre una loseta de vidrio o papel impermeable, en un tiempo que no exceda los 30 segundos. La proporción ideal por lo general es de 1:1. El tiempo de trabajo puede variar en función de la temperatura, pero por lo general oscila en torno de 90 segundos.

El cemento debe insertarse en la cavidad después de que la masa se presente cremosa, vítrea y húmeda. El endurecimiento se produce de 3 a 5 minutos después de la mezcla (30).



Figura 12: Cemento de Vidrio Ionómero Tipo II



3M ESPE®

Figura 13: Cemento de Vidrio Ionómero Tipo III



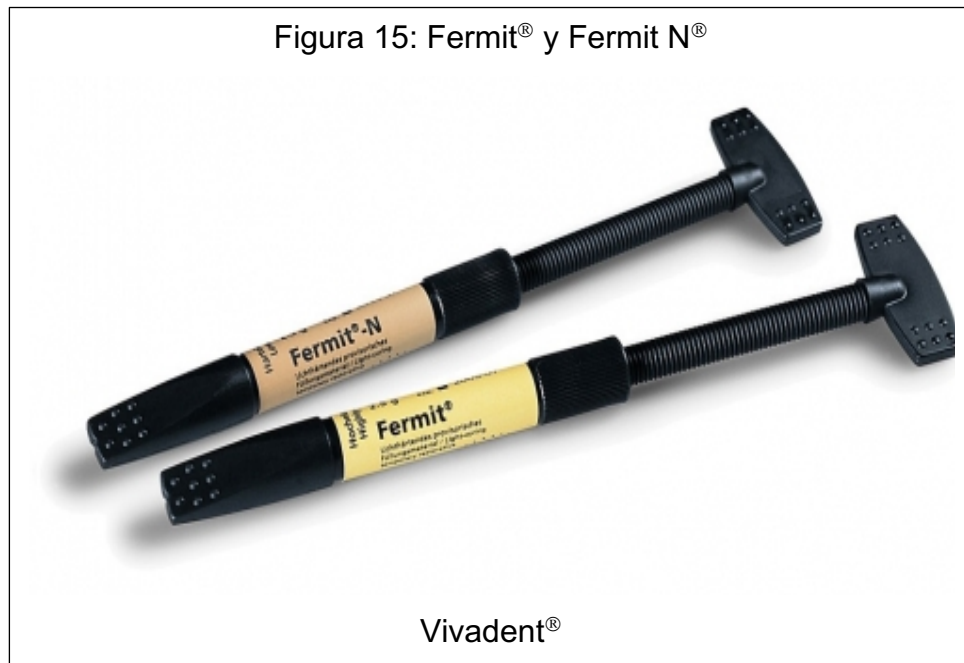
VOCO®

Figura 14: Cemento de Vidrio Ionómero Tipo IV



- **Materiales resinosos polimerizables**
- FERMIT® (Vivadent®).
 - Se trata de una resina fotopolimerizable hidrófila, que polimeriza cuando se expone a la luz visible de alta intensidad. El fabricante afirma que pueden polimerizarse de una sola vez en capas de hasta 5 mm. El tiempo de polimerización es de 30 segundos.
 - Propiedades
 - Fácil manipulación.

- Fácil remoción, ya que el material permanece elástico después de la polimerización. Con un explorador se retira de la cavidad con facilidad.



- TERM® (Temporary Endodontic Restorative Material - Dentsply®).
 - Resina fotopolimerizable hidrófila, que polimeriza bajo la acción de luz visible que contiene polímeros de dimetacrilato de uretano, rellenos inorgánicos radiopaco, relleno prepolimerizado orgánico, pigmento e iniciadores (35).
 - El material viene acondicionado en cápsulas especiales, que requiere de una jeringa propia para aplicarlo. El grosor de una obturación de TERM debe ser mínimo de 3,5 a 4 mm.

○ Propiedades:

- Propiedades mecánicas adecuadas.
- Permanece estable después del ciclo térmico.
- No tiene poder antibacteriano.
- Sufre contracción de polimerización y después expansión por absorción de agua.
- El fabricante recomienda que el material no debería permanecer en el diente por más de 1 mes.

Figura 16: T. E. R. M.[®]



Dentsply[®]

- **Materiales que endurecen por la humedad**

Están constituidos por materiales sintéticos que fraguan en presencia de humedad. En general, proveen un sellado marginal excelente (30).

- Cavit® (3M ESPE®)
 - Es un material de relleno temporal premezclado que contiene óxido de zinc, sulfato de calcio, sulfato de zinc, acetato de glicol, resinas de acetato de polivinilo, acetato de cloruro de polivinilo, trietanolamina y pigmentos.
 - Son materiales que presentan consistencia de pasta y que al contactar con la humedad inician su proceso de endurecimiento. Son de muy fácil manipulación y se requiere un espesor mínimo de al menos 3-4 mm para asegurar una capacidad de sellado óptima.
 - Tiene alta expansión lineal, causada por la absorción de agua durante el endurecimiento (higroscópico). Esta expansión aumenta el contacto entre el material y las paredes de la cavidad de acceso, produciendo un excelente sellado marginal; sin embargo, si se utiliza en remanente dental debilitado se podría producir la fractura de éste.
 - El uso de Cavit® en casos de poco remanente dentario, puede ser inapropiado, la expansión lineal se transforma en una desventaja debido a que el material tiende a fracturarse y expandirse fuera del diente.
 - Tiene una baja resistencia compresiva que contribuye al deterioro de la restauración.

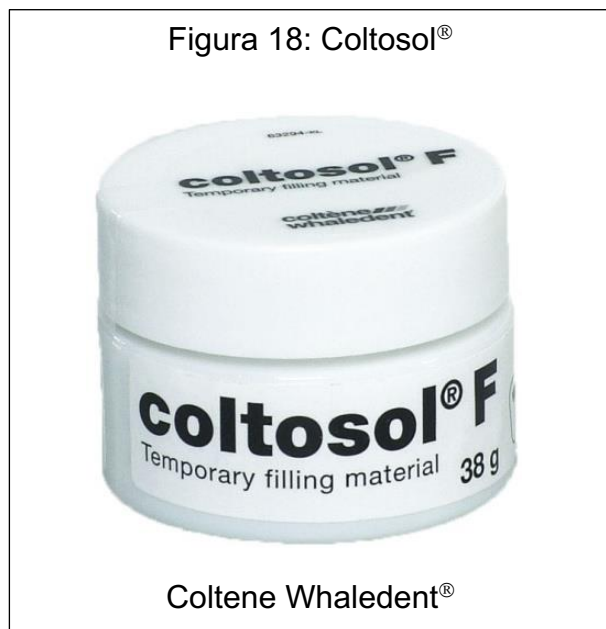
- Es ideal cuando se utiliza junto con el cemento de vidrio ionómero como "doble sellado" durante el tratamiento del conducto radicular y después de completarse antes de la restauración permanente.



- Coltosol® (Coltene®):

- Material a base de hemihidrato de óxido de zinc, sulfato de zinc y sulfato de calcio.
- Endurece dentro de 20-30 minutos luego de entrar en contacto con la humedad.
- Según el fabricante, el relleno temporal puede someterse a fuerzas de masticación dentro de 2-3 h de colocación.

- Este material se recomienda para temporización a corto plazo no superior a 2 semanas.
- Tiene características similares al Cavit®.
- Puede ser afectado por las cargas oclusales.



- Cimpat® (Septodont®)
 - Su composición es desconocida por motivos comerciales.
 - Se halla en el comercio en dos tipos: CIMPAT BLANCO®, que se presenta más plástico, inclusive después del endurecimiento, y está indicado para la obturación por periodos cortos, y CIMPAT ROSA®, que posee mayor resistencia.

- Para la obturación con este material la cavidad debe estar limpia y seca, al contrario de lo que sucede con CAVIT® que necesita humedad para endurecer.
- En cuanto a la resistencia mecánica es pobre, lo que lo contraindica para dientes bajo trabajo oclusal intenso



d) Comparación de materiales basados en el sellado coronario

Imura et al. en 1997 realizaron un estudio *in vitro* en 70 dientes uniradiculares para determinar el tiempo que necesitan los microorganismos presentes en saliva humana para penetrar a través de algunos materiales de obturación provisional comúnmente usados. Los resultados obtenidos en este estudio demostraron que ninguno de los tres materiales de obturación provisional evaluados, gutapercha, IRM® y CAVIT® pudieron prevenir la microfiltración de microorganismos en un período de 22 días (36).

Roghanizad y Jones en 1996 realizaron un estudio *in vitro* donde evaluaron la microfiltración en 94 dientes uniradiculares tratados endodónticamente, eliminaron 3 mm de gutapercha en el tercio coronario y la remplazaron por Cavit[®], TERM[®] o amalgama. Posteriormente fueron termociclados y sumergidos en tinta por 2 semanas. Los resultados mostraron que la amalgama con 2 capas de barniz cavitario selló mucho mejor que CAVIT[®] y TERM[®], que no fueron estadísticamente diferentes (37).

Barthel et al. en 1999 realizaron un estudio *in vitro* para determinar la capacidad de diferentes materiales de obturación provisional para prevenir la microfiltración coronaria de *Streptococcus mutans*. Utilizaron 103 dientes humanos uniradiculares, los conductos fueron instrumentados y obturados con gutapercha y fueron sellados coronariamente con CAVIT[®], IRM[®], cemento de vidrio ionómero tipo II, combinación CAVIT[®] y cemento de vidrio ionómero o IRM[®] y cemento de vidrio ionómero.

Los autores observaron que el grupo CAVIT[®], el grupo IRM[®] y el grupo CAVIT[®] y ionómero de vidrio mostraron más microfiltración que los grupos obturados con cemento de ionómero de vidrio e IRM[®] y cemento de ionómero de vidrio, resultados que fueron estadísticamente significativos. Este estudio parece indicar que sólo el cemento de ionómero de vidrio y la combinación IRM[®] con cemento de ionómero de vidrio pudieron prevenir la penetración hacia el periápice, por un período de 1 mes, tiempo que duró la prueba. Los autores recomiendan la colocación de la restauración definitiva tan pronto como sea posible (38).

Chailertvanitkul et al. en 1997 realizaron un estudio *in vitro* para investigar la capacidad de sellado del cemento de ionómero de vidrio reforzado con resina Vitrebond[®] en dientes tratados endodónticamente. Los autores usaron como marcador una mezcla de estreptococos anaerobios y *Fusobacterium nucleatum*; después de 60 días de experimentación, pudieron observar que el ionómero de vidrio reforzado con resina es una barrera efectiva en la prevención de la microfiltración en los dientes tratados endodónticamente(24).

Asimismo, en 2006, Mavec et al observaron que Vitrebond® proporciona un sellado aceptable como barrera intraconducto sobre el remanente de gutapercha una vez preparado el espacio para perno y como barrera intracoronaria, al ser colocado en la entrada de los conductos y piso de la cámara antes del cemento provisional (7).

Uranga et al. en 1999 realizaron un estudio *in vitro* para comparar la capacidad de sellado de materiales de obturación provisional, Cavit® y Fermit® versus materiales de restauración definitiva, Tetric® (resina) y Dyract® (compomero) en dientes tratados endodónticamente, obturados con AH-Plus® y gutapercha mediante la técnica de condensación vertical. Fueron sometidos a termociclado y la microfiltración se evaluó por la penetración de azul de metileno en un corte axial (vestíbulo-lingual) y bajo estereomicroscopio.

Los autores observaron que Cavit® y Fermit® mostraron una microfiltración similar, sin embargo, Tetric® no mostró microfiltración y Dyract® mostró leve microfiltración. Los autores señalan que estos dos materiales mostraron mayor capacidad de sellado al ser usados como materiales de obturación provisional que los productos tradicionales. Por lo que, en los tratamientos de conductos a realizarse en varias sesiones puede ser preferible reducir el riesgo de fracaso por la microfiltración coronaria con el uso de una restauración permanente (39).

Ray y Trope en 1995 realizaron un estudio *in vivo* en 1.010 dientes tratados endodónticamente, para evaluar la relación entre la calidad de la restauración coronaria sobre el estado periapical de dichos dientes, evaluados radiográficamente. Los autores pudieron observar que un 61,07% de los dientes examinados no presentó patología periapical (40).

II. MICROINFILTRACION DE LA TEMPORIZACION EN ENDODONCIA

La microfiltración coronal es el ingreso de fluidos bucales a lo largo de cualquier interfase entre la superficie dentaria, la restauración, el cemento o el material de obturación del conducto radicular. El concepto de microfiltración también es aplicable al pasaje de fluidos a los tejidos periapicales coronalmente a lo largo de cualquier interfase entre una superficie del conducto radicular y sus materiales de obturación (41).

Saunders y Saunders en 1994 se refieren que la contaminación del espacio de los conductos radiculares por saliva proveniente de la cavidad oral, se denomina como infiltración coronaria o microfiltración coronaria y es ampliamente aceptada como una causa de fracaso endodóncico (42).

Leonard et al. en 1996 señalaron que en endodoncia la microfiltración se refiere al movimiento de fluidos y microorganismos a lo largo de la interfase de las paredes de dentina del conducto radicular y del material de obturación (43).

Durante la realización y al término del tratamiento de conductos radiculares, muchos parámetros y consideraciones clínicas influyen en la microfiltración, entre ellos destacan por importancia:

- Morfología radicular.
- Anatomía del sistema de conductos radiculares.
- Cooperación del paciente.

- Destreza y habilidades del operador en la preparación y obturación del sistema de conductos.
- Sellado de los conductos radiculares.
- Materiales y tipo de temporización utilizados.

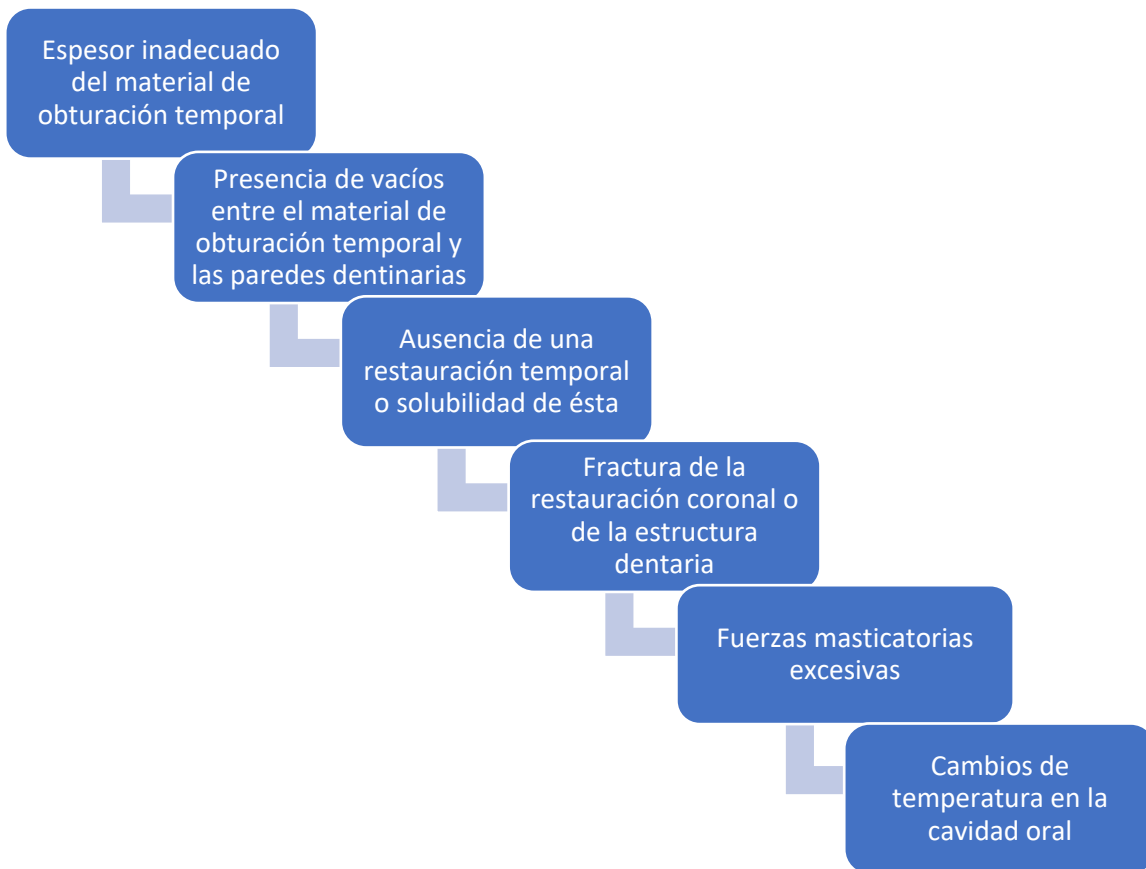
Cada parámetro puede crear problemas que deben ser resueltos y manejados para producir un ambiente que conduzca al éxito a largo plazo (43).

i. FACTORES QUE AFECTAN EL SELLADO CORONAL ENDODÓNTICO

Una vez terminado el tratamiento de conductos, éste se puede contaminar bajo diversas circunstancias o situaciones clínicas, esta posible contaminación del sistema de conductos nos hace tener la necesidad de un material de obturación temporal que impida la microinfiltración de fluidos bucales y que tenga buen desempeño clínico en lo que concierne a la resistencia mecánica (19).

Los principales factores que afectan el sellado coronal endodóntico son (44, 45):

Esquema 1: Factores que afectan el sellado coronal endodóntico



Ebert, 2009; Bailón, 2011

En conclusión, Calatrava en 1987 determinó que la causa principal de la microfiltración coronaria es la pobre adaptación de los materiales restauradores a la estructura dentaria, permitiendo la difusión de los productos bacterianos a través de la interfase diente-restauración (41).

Swanson K. y Madison S. evaluaron en un estudio *in vitro* la microfiltración coronal en dientes tratados endodónticamente. Refieren que los conductos obturados sin sellado coronal y expuestos a la saliva artificial, muestran extensa filtración coronal en un 79 a

85%, observándose penetración del tinte a lo largo de la pared del conducto hasta el final del material de obturación radicular después de 3 días. Por lo tanto, concluyen que la microfiltración coronal puede ocurrir en un tiempo corto, lo cual debe ser considerado como un potencial factor etiológico para el fracaso del tratamiento endodóntico (17).

Torabinejad M. y Kettering J en 1990, demostraron en un estudio *in vitro* la penetración bacteriana de 2 especies de microorganismos (*S. epidermidis* y *Proteus vulgaris*) a lo largo de todo el conducto radicular obturado, en 24,1 y 48,6 días. Por ello, refieren que el uso de restauraciones temporales es un factor importante en la prevención de la contaminación del conducto radicular obturado antes de la colocación de la restauración permanente (19).

Ray H. y Trope M en 1995 evaluaron la relación de la calidad de la restauración coronal y la obturación del conducto radicular sobre el estado periapical radiográfico de dientes tratados endodónticamente. Ellos demostraron que una combinación de una buena restauración y un buen tratamiento endodóntico tuvieron el más alto porcentaje de ausencia de inflamación perirradicular 91,4% comparado con una combinación de pobre tratamiento endodóntico y pobre restauración. Por lo tanto, concluyen que se le debe dar mayor importancia en la colocación de una restauración permanente adecuada para asegurar los resultados del tratamiento endodóntico (40).

Es muy posible que el tratamiento endodóntico fracase por la entrada de bacterias desde las restauraciones coronales con filtración, que las que fracasan por filtración perirradicular (46).

Roghaizad N y Jones J en 1996 encontraron que sólo el 8.6% de los fracasos fueron causados por causas endodónticas, 59,4% por causas protésicas y 32% por causas periodontales (37).

ii. TÉCNICAS DE MEDICIÓN DE LA MICROINFILTRACIÓN

Numerosos son los estudios que han evaluado la microfiltración coronaria en dientes tratados endodónticamente utilizando diferentes métodos de experimentación. Los resultados conseguidos por cada método de experimentación son datos cuantitativos que permiten comparaciones de la capacidad de sellado entre materiales o técnicas distintas de obturación, pero siempre para un mismo método de experimentación. No se pueden extrapolar los datos conseguidos mediante distintos métodos de experimentación (47).

Dentro de los distintos metodos de experimentación para evaluar el sellado coronal de las obturaciones temporales en endodoncia, principalmente se encuentran:

a) Penetración de colorantes

Esta técnica consiste básicamente en la penetración de un colorante o tinte el cual será posteriormente observado en un corte del diente o por diafanización o transparentación del mismo.

La penetración del colorante se desarrolla por dos mecanismos, la capilaridad que es la capacidad del colorante de entrar por la interfase diente-restauración en un ambiente seco y la difusión que es la capacidad de distribución del colorante en espacios ocupados por líquidos.

La penetración de un tinte mediante los dos mecanismos, disminuye si antes no se elimina el aire atrapado en los vacíos creados durante el proceso de obturación. El aire retenido actúa como una barrera que impide la difusión del tinte, y aconsejan aplicar una presión reducida para evacuar el aire antes de exponer las muestras al colorante y medir la filtración (48).

La posición del diente (horizontal o vertical) influye en la penetración del colorante mediante inmersión pasiva o bien bajo presión reducida de 560 mm Hg. Katz en 1998 indicó menor filtración en todos los grupos en los que los dientes permanecían horizontales, por lo cual concluyen que la postura de las muestras es un factor a tener en cuenta en experimentos que miden la filtración con tintes (49).

Para que el colorante penetre correctamente en los dientes es necesario un proceso de centrifugación, lo que favorece su difusión, por lo que la filtración pasiva del colorante no es un buen método de estudio, ya que la densidad y tensión superficial de éste puede impedir que penetre correctamente (50).

La forma de evaluar la penetración de estos colorantes, es a través del corte de las muestras, o por diafanización o transparentación. El corte no es un método adecuado, pues no permite el análisis tridimensional de la muestra, por el contrario, la diafanización sí permite su correcto análisis tridimensional (49).

Los métodos de valoración de la penetración del tinte utilizan diferentes colorantes como el azul de metileno o tinta china a diferentes porcentajes y en diferentes periodos de inmersión.

- Azul de Metileno:
 - Compuesto por cristales trihidratados de color verde oscuro con polvo de cristal.
 - Inoloro.
 - pH de 4.7

- Molécula muy pequeña ($\approx 0,84\mu\text{m}$) y volátil. El tamaño promedio de las bacteria fluctúa entre $0,5\mu\text{m}$ y $5\mu\text{m}$.
- Se evapora a las 72 horas.
- Tensión superficial muy baja.
- Al ser ácido, tiene un efecto desmineralizante sobre la dentina.
- Al hacer los análisis ya sea por corte o por diafanización, no se puede definir si la penetración fue por sí mismo o por los efectos que éste pueda tener en el tejido.
- Tinta China:
 - Es un colorante estable químicamente.
 - pH neutro.
 - Molécula de gran tamaño ($\approx 0,1\text{nm}$) y volátil. El tamaño promedio de las bacteria fluctúa entre $0,5\mu\text{m}$ y $5\mu\text{m}$.
 - Tensión superficial alta.

b) Penetración bacteriana

Esta técnica de medición consiste básicamente en la preparación de las muestras, esterilización de las mismas y posterior inoculación con alguna cepa bacteriana previamente definida. Luego del cultivo y de las muestras, se realiza la observación de

penetración de estas bacterias. Este análisis se puede realizar evaluando el crecimiento bacteriano u observando la existencia de las mismas.

Esta es una técnica compleja que requiere de equipamiento específico y conocimientos sobre microbiología.

III. COMPARACIÓN DE MATERIALES UTILIZADOS COMO BARRERAS INTRACORONARIAS

Según lo revisado anteriormente, a lo largo de los años, diversos materiales han sido utilizados como barreras intracoronarias, presentando diversas ventajas y desventajas que han sido comparadas por diversos estudios para lograr llegar a obtener un mejor material para el uso de barrera intracoronaria propiamente tal.

Así dentro de las consideraciones que se contemplan para poder seleccionar el material a utilizar, se encuentran la textura y manipulación del material, el tiempo de trabajo que brinda cada material, la capacidad de sellado ante la microinfiltración, evaluada en diversos estudios, el costo que este conlleva en el mercado y el acceso a estos materiales.

Por lo tanto, entre los materiales utilizados en los últimos años, destacan principalmente los vidrios ionómeros de autocurado y modificados con resina, las resinas compuestas convencionales o de tipo flow y los materiales que actualmente se han comenzado a utilizar con gran fuerza, los biocerámicos.

Dentro de los materiales más utilizados como barreras intracoronarias se encuentran los cementos de vidrio ionómero ya sean de autocurado o modificados con resina (fotocurado). Tapsir en el 2013, por medio de un estudio *in vitro* de infiltración de azul de

metileno determinó cual de los dos tipos de vidrios ionómeros presenta una mejor capacidad de sellado como barrera intracoronaria. Estudio 80 premolares y molares humanos recién extraídos a los cuales les realizó un acceso radicular y preparó 4 mm cervicales de cada conducto para ser obturados con distintos materiales. Las muestras fueron divididas en 4 grupos y obturados cada uno con un material distinto, un grupo con Kalzinol® (ZOE®), otro con Cavition® (material que endurece por humedad), otro con vidrio ionómero de autocurado (Fuji IX®) y el último con vidrio ionómero modificado con resina (Fuji II LC®). Una vez obturados fueron sellados superficialmente con barniz de uñas y sumergidos en azul de metileno al 2% por 7 días, fueron cortados y observados en macroscopio de 5X. Los resultados fueron estadísticamente significativos y demostraron una mejor capacidad de sellado en el vidrio ionómero modificado con resina por sobre todos los demás materiales (51).

Partiendo de esta base, Parekh en el año 2014, realizó un estudio de infiltración de Rodomina B (colorante) *in vitro* para evaluar la capacidad de sellado de 2 materiales utilizados como barreras intracoronarias. En este estudio se tomaron 40 premolares mandibulares humanos uniradiculares reciente extraídos a los cuales se les realizó acceso radicular, preparación a LT con Protaper® F2 y obturación con AH-Plus® como cemento sellador y cono único de gutapercha numero 25 con taper al 6%. Una vez preparados se les sacó 3,5 mm de gutapercha cervical y fueron divididos en grupos de estudios de manera aleatoria. Los materiales evaluados fueron VI modificado con resina (Fuji II LC®) y Composite Flow (Tetric N®). La capacidad de sellado de cada material se evaluó por la penetración de Rodomina B y observación en esteromicroscopio de 10X en un corte longitudinal de cada diente. Los resultados demostraron una mejor capacidad de sellado en los dientes obturados con VI modificado con resina sobre los sellados con composite flow (52).

Esto se ve apoyado por el estudio de Rashmi en el año 2018, realizó un estudio microbiológico *in vitro* para evaluar la capacidad de sellado de 3 materiales utilizados como barreras intracoronarias. En este estudio tomaron 100 dientes humanos recién

extraídos a los cuales se les realizó acceso radicular, preparación a LT con Protaper® F3 y obturados con AH26 como cemento sellados y técnica de condensación lateral. Una vez preparados, se les sacó 3 mm de gutapercha cervical y fueron divididos en 5 grupos para comparar la capacidad de sellado de 3 materiales y dos controles (positivo y negativo). Los materiales evaluados fue MTA (ProRoot®), VI modificado con resina (Fuji XI LC®) y Composite Flow (Tetric N®). La capacidad de sellado se evaluó por medio de filtración de *E. fecalis* y de turbiedad en el caldo de cultivo BHI. Los resultados demostraron una mejor capacidad de sellado en los dientes obturados con VI modificado con resina, seguido por los dientes obturados con MTA y el peor resultado lo obtuvieron los dientes sellados con Composite Flow (53).

A diferencia de los resultados antes expuestos, los autores Yavari en el 2012, Malik en el 2013 y Divya en el 2014 estudiaron con diferentes técnicas de infiltración de colorantes (tinta china y azul de metileno) la capacidad de sellado del MTA y la del vidrio ionómero modificado con resina. Los tres autores concluyeron que el MTA presenta un mejor comportamiento como barrera intracoronaria frente al vidrio ionómero modificado con resina (54,55,56).

Vasoughosseini en el 2011 y Zarenejad en el 2015 evaluaron *in vitro* la microinfiltración de albúmina de suero bovino en barreras intracoronarias de 3 mm de espesor realizadas con vidrio ionómero modificado con resina y MTA. Ellos concluyeron que ambos materiales presentan un buen sellado sin diferencias significativas entre ellos. (57,58).

Vijay en el 2009, evaluó *in vitro* el comportamiento de Vitrebond® como barrera en el conducto protésico. Realizó un estudio microbiológico en 40 premolares humanos uniradiculares recién extraídos. En cada muestra realizó el acceso y preparación con técnica corono apical, la obturación la realizo con AH-Plus® y técnica de condensación lateral. Una vez obturados los conductos; las muestras, se dividieron en 4 grupos:

- G1: Desobturación del conducto dejando solo 3 mm de gutapercha apical.

- G2: Desobturación del conducto dejando solo 4 mm de gutapercha apical.
- G3: Desobturación del conducto dejando solo 3 mm de gutapercha apical más 1 mm de vitrebond inmediatamente sobre la gutapercha.
- G4: Desobturación del conducto dejando solo 4 mm de gutapercha apical más 1 mm de vitrebond inmediatamente sobre la gutapercha.

Cada muestra fue infiltrada coronalmente con *Lactobacilos casei* y analizada por medio de la turbiedad de un caldo de Rogosa SL en la porción apical. Los resultados demostraron que la menor infiltración se presentó en el grupo G4, seguido por el grupo G3, luego el G2 y finalmente el G1. Los resultados no fueron significativos entre el grupo G1 y G2 ni entre el grupo G3 y G4, pero si entre el grupo G2 y G3, lo cual demuestra una gran importancia de usar una barrera inmediatamente sobre la gutapercha en un conducto protésico (59).

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Es el vidrio ionómero el material que tiene la mayor capacidad de sellado cuando es usado como barrera intracoronaria en dientes tratados endodónticamente?

OBJETIVOS

I. OBJETIVO GENERAL:

- Analizar la capacidad de sellado de los cementos de vidrio ionómeros utilizados como barreras intracoronarias en dientes tratados endodónticamente.

II. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar la necesidad de uso de una barrera intracoronaria en dientes tratados endodónticamente.
- Comparar y determinar la capacidad de sellado de los distintos tipos de materiales utilizados como barreras intracoronarias en dientes tratados endodónticamente.
- Seleccionar el cemento de vidrio ionómero que presenta mejor capacidad de sellado al ser utilizado como barrera intracoronaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

I. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El siguiente trabajo es una revisión estructurada de la literatura.

II. DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA

Estudios y reportes de casos clínicos publicados en la literatura entre enero de 2008 y noviembre de 2018.

III. PALABRAS CLAVES

Las palabras claves utilizadas para realizar esta búsqueda bibliográfica quedan expresadas en la tabla 1:

Tabla 1: Palabras Claves

Coronal Barrier	Microleakage	Glass Ionomer
Intracoronal Barrier	Leakage	Endodontic treatment

IV. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Estudios y reportes de casos clínicos publicados en la literatura entre los años 2008 y 2018.
- Estudios realizados en dientes humanos.
- Dientes humanos con formación radicular completa.
- Dientes humanos extraídos por motivos periodontales y ortodónticos.

V. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Estudios realizados en dientes sin tratamiento de endodoncia previo.
- Estudios que dentro de los materiales analizados no haya estado el vidrio ionómero.
- Dientes humanos con alguna alteración corono radicular como: fisuras o fracturas, caries cervicales extensas, perforaciones cervicales o radiculares, calcificaciones intraconducto, reabsorciones internas o externas y restauraciones cervico-coronales.

VI. METABUSCADORES SELECCIONADOS

Para realizar esta búsqueda bibliográfica, se seleccionaron 4 metabuscadores bibliográficos, los cuales fueron: PubMed, EBSCO HOST, Cochrane Library y Web of Science.

VII. MÉTODO DE BÚSQUEDA

La búsqueda se realizó en los metabuscadores antes seleccionados. En cada metabuscador se utilizaron las palabras anteriormente mencionadas combinadas con conectores booleanos como AND, NOT y OR. En cada metabuscador se aplicaron las mismas llaves de búsqueda para unificar los resultados las cuales están expresadas en la tabla 2.

Tabla 2: Llaves de Búsqueda

Coronal barrier AND microleakage AND glass ionomer
Coronal barrier OR intracoronal barrier AND microleakage AND glass ionomer
Coronal barrier AND microleakage OR leakage AND glass ionomer
Coronal barrier AND microleakage AND glass ionomer AND endodontic treatment
Intracoronal barrier AND microleakage AND glass ionomer AND endodontic treatment
Coronal barrier AND leakage AND glass ionomer AND endodontic treatment
Intracoronal barrier AND leakage AND glass ionomer AND endodontic treatment
Coronal barrier AND microleakage AND glass ionomer NOT animal
Coronal barrier AND microleakage AND glass ionomer AND endodontic treatment NOT animal

Intracoronar barrier AND leakage AND glass ionomer AND endodontic treatment NOT animal
--

Los filtros aplicados en cada metabuscador fueron aplicados por disponibilidad de cada base de datos y se detallan a continuacion:

- **PubMed:**

- Fecha: 01-01-2008 al 15-11-2018
- Especie: Humanos (humans).

- **EBSCO HOST:**

- Se accedió al servicio EBSCOhost y luego se ingresó a Academic Search Ultimate.
- Fecha: 2008-2018

- **Cochrane Library:**

- Fecha: 2008-2018

- **Web of Science:**

- Fecha: 2008-2018

El número de artículos encontrados en cada metabuscador con cada llave de búsqueda queda expresado en la tabla 3:

Tabla 3: Artículos Encontrados en Cada Metabusador

LLAVE DE BUSQUEDA	PubMed	EBSCO HOST	Cochrane Library	Web Of Science
Coronal barrier AND microleakage AND glass ionomer	4	0	4	2
Coronal barrier OR intracoronal barrier AND microleakage AND glass ionomer	4	3	14	4
Coronal barrier AND microleakage OR leakage AND glass ionomer	177	30	47	4
Coronal barrier AND microleakage AND glass ionomer AND endodontic treatment	1	0	2	0
Intracoronal barrier AND microleakage AND glass ionomer AND endodontic treatment	1	0	0	0
Coronal barrier AND leakage AND glass ionomer AND endodontic treatment	2	0	2	0
Intracoronal barrier AND leakage AND glass ionomer AND endodontic treatment	0	0	0	0
Coronal barrier AND microleakage AND glass ionomer NOT animal	4	0	3	2
Coronal barrier AND microleakage AND glass ionomer AND endodontic treatment NOT animal	1	0	1	0

Intracoronar barrier AND leakage AND glass ionomer AND endodontic treatment NOT animal	0	0	0	0
TOTAL	194	33	73	12

De los 312 artículos encontrados en todos los metabuscadores, la selección para esta revisión bibliográfica la realizó la autora con la lectura de títulos y “abstract” para determinar si cumplían con los criterios de inclusión y exclusión. En caso de que los “abstract” no entregaran la información necesaria se procedió a revisar el full text.

Luego de la selección por aplicación de criterios de inclusión y exclusión la búsqueda quedo de la siguiente manera expresada en la tabla 4.

Tabla 4: Artículos Seleccionados en cada Metabuscador

LLAVE DE BUSQUEDA	PubMed	EBSCO HOST	Cochrane Library	Web Of Science
Coronal barrier AND microleakage AND glass ionomer	3	0	1	2
Coronal barrier OR intracoronar barrier AND microleakage AND glass ionomer	3	1	2	2
Coronal barrier AND microleakage OR leakage AND glass ionomer	9	3	2	2
Coronal barrier AND microleakage AND glass ionomer AND endodontic treatment	0	0	0	0

Intracoronal barrier AND microleakage AND glass ionomer AND endodontic treatment	0	0	0	0
Coronal barrier AND leakage AND glass ionomer AND endodontic treatment	1	0	0	0
Intracoronal barrier AND leakage AND glass ionomer AND endodontic treatment	0	0	0	0
Coronal barrier AND microleakage AND glass ionomer NOT animal	3	0	1	2
Coronal barrier AND microleakage AND glass ionomer AND endodontic treatment NOT animal	0	0	0	0
Intracoronal barrier AND leakage AND glass ionomer AND endodontic treatment NOT animal	0	0	0	0
TOTAL	19	4	6	8

De los 37 artículos seleccionados por la aplicación de criterios de inclusión y exclusión se eliminaron los artículos duplicados dando un total de 14 artículos de los cuales 2 fueron excluidos debido a que no se encontraba con acceso al full text.

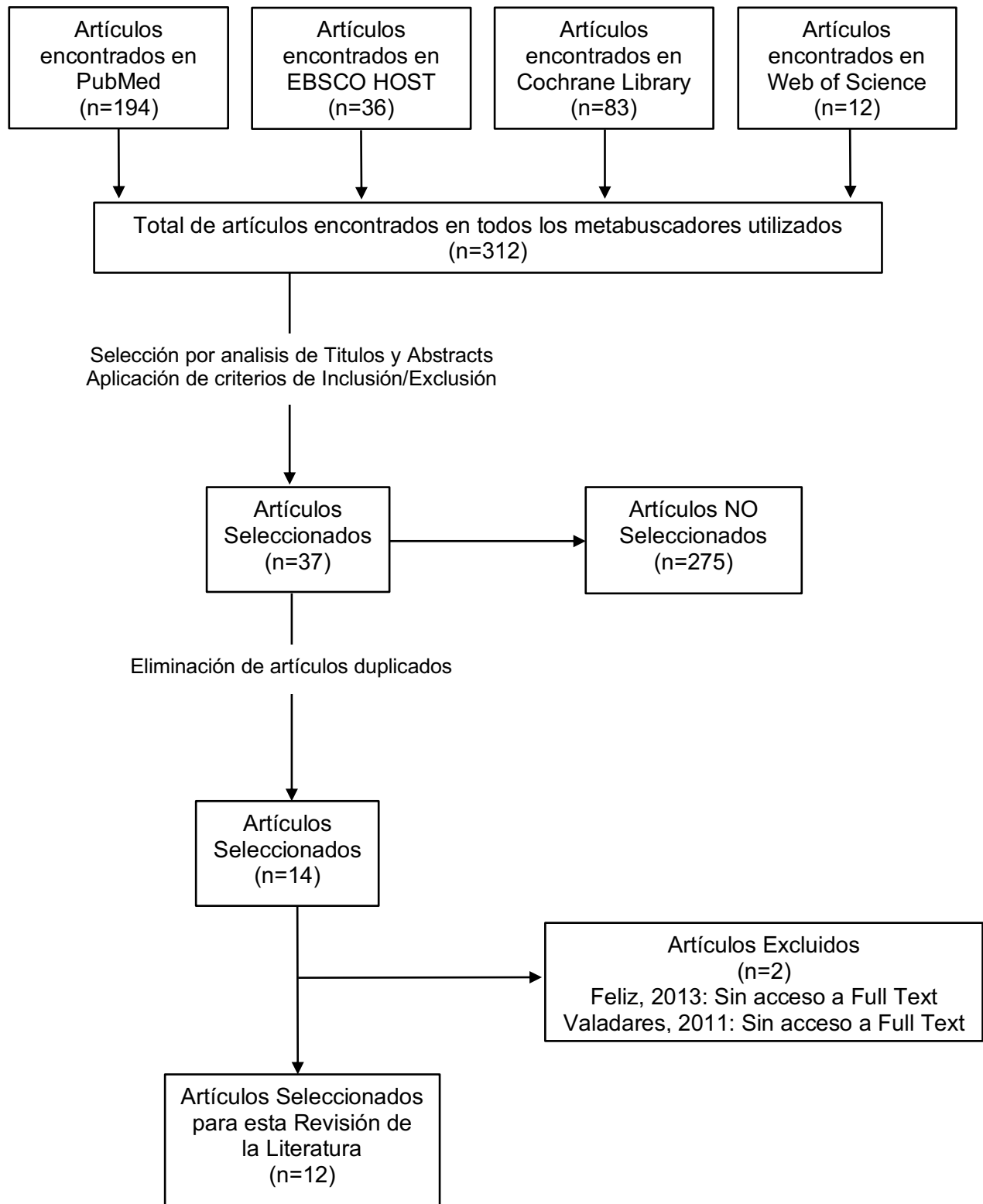
En total, para esta revisión bibliográfica de la literatura se revisaron un total de 12 artículos los cuales quedan expresados en la tabla 5.

RESULTADOS

Luego de realizar la búsqueda en los distintos metabuscadores seleccionados, se obtuvieron un total de 312 artículos a los cuales se les aplicaron los criterios de inclusión y exclusión obteniendo un total de 37 artículos. Luego se realizó un filtro para eliminar los artículo repetidos quedando con un total de 14 de los cuales 2 fueron excluidos debido a que no se encontraba con acceso al full text. En total, para esta revisión bibliográfica de la literatura se revisaron un total de 12 artículos (Tabla 4).

Todo lo anterior mencionado queda expresado de mejor manera en el diagrama 1:

Diagrama 1: Flujo de Selección de Artículos



Los artículos seleccionados para esta revisión bibliográfica quedan expresados en la siguiente tabla ordenados desde el mas reciente publicado hasta el más antiguo.

Tabla 1: Artículos Seleccionados para Revisión Bibliográfica

Título	Autores	Año de Publicación	País
Evaluation of Mineral Trioxide Aggregate, Resin-modified Glass Ionomer Cementus, and Composite as Coronal Barrier: An in vitro Microbiological Study.	Nagaraj Rashmi, Sachin V Shinde, Ahmed A Moiz, Tarun Vyas, Junaid A Shaik, Guneet Guram	2018	India
Analysis of marginal seal of ProRoot MTA, MTA Angelus biodentine, and glass ionomer cement as root-end filling materials: An in vitro study	Sakshi Malhotra, Mithra N. Hegde	2015	India
An assessment of coronal leakage of permanent filling materials in endodontically treated teeth: An in vitro study	Kishore Shetty, V. Ashiq Habib, S. Vidhyadhara Shetty, Jaishri N. Khed, Vishnudas Dinesh Prabhu	2015	India
Effect of diferent intra-orifice barriers in endodontically treated teeth obtured with gutapercha	Basem Salim, Nour Hassan	2015	Siria

Coronal microleakage of three different dental biomaterials as intra-orifice barrier during nonvital bleaching.	Nafiseh Zarenejad, Saeed Asgary, Nahid Ramazani, Mohammad Reza Haghshenas, Alireza Rafiei, Mohsen Ramazani	2015	Irán
Comparative evaluation of sealing ability of four different restorative materials used as coronal sealants: an in vitro study.	K T Divya, G Satish, T S Srinivasa, Veera Reddy, K Umashankar, B Mohan Rao	2014	India
Intraorifice sealing ability of different materials in endodontically treated teeth: An in vitro study.	Bandish Parekh, Rukshin S. Irani, Sucheta Sathe, Vivek Hegde	2014	India
Comparative evaluation of intracanal sealing ability of mineral trioxide aggregate and glass ionomer cement: An in vitro study.	Gauri Malik, Poonam Bogra, Simranjeet Singh, Rupandeep K Samra	2013	India
An in vitro comparison of coronal microleakage of three orifice barriers filling materials.	Hamidreza Yavari, Mohammad Samiei, Mahsa Eskandarinezhad, Shahriar Shahi, Marzieh Aghazadeh, Yones Pasvey	2012	Irán
Microleakage comparison of glass-ionomer and white	Sepideh Vosoughhosseini,	2011	Irán

mineral trioxide aggregate used as a coronal barrier in nonvital bleaching.	Mehrdad Lotfi, Kaveh Shahmoradi, Mohammad-Ali Saghiri, Vahid Zand, Masoumeh Mehdipour, Bahram Ranjekesh, Hadi Mokhtari, Amin Salemmilani, Sirvan Doosti		
Effect of glass-ionomer cement as an intra-canal barrier in post space prepared teeth: An in vitro study.	Rajakumar Vijay, R Indira	2009	India
In vitro comparison of coronal microleakage between Resilon alone and gutta-percha with a glass-ionomer intraorifice barrier using a fluid filtration model.	Jack, Gary G. Goodell	2008	Estados Unidos

Para poder entender de mejor manera la metodología de cada artículo, se presenta la tabla 6 a manera de resumen. Quedan expresados los materiales de obturación revisados en cada estudio, los métodos utilizados para evaluar la microinfiltración. El número de muestras analizadas y en cuanto es el espesor evaluado de cada material.

Tabla 2: Resumen de metodología de cada artículo

Artículo	Materiales Evaluados	Método de Evaluación de Infiltración	Número de Muestra Estudiada	Espesor del Material Evaluado
Rashmi, 2018	-MTA (Proroot) -VI LC -Composite Flow	Microbiológico o (<i>E. fecalis</i>)	100	3 mm
Sakshi, 2015	-MTA (Proroot) -MTA (Angelus) -Biodentine (Septodont) -VI LC	Azul de Metileno	60	3 mm
Kishore, 2015	-VI LC -VI Tipo II -Composite Convencional -Amalgama	Azul de Metileno	100	3 mm
Salim, 2015	-MTA (Dentsply) -Composite Convencional -VI Tipo II	Azul de Metileno	90	1 y 2 mm
Zarenejad, 2015	-VI LC -MTA (Angelus) -Cemento CEM	Proteína de Albúmina de Suero Bovino	70	3 mm
Divya, 2014	-Composite Convencional -MTA Gris -VI Tipo II -MTA Blanco	Tinta China	70	4 mm

Parekh, 2014	-VI LC -Composite Flow	Rodamina B	40	3,5 mm
Malik, 2013	-VI LC -MTA	Azul de Metileno	70	4 mm
Yavari, 2012	-Composite Flow -VI LC -MTA Blanco	Azul de Metileno	188	3 mm
Vosoughhosseini, 2011	-MTA -VI LC	Proteína de Albúmina de Suero Bovino	130	3 mm
Vijay, 2009	-VI LC	Microbiológico (<i>L. casei</i>)	40	1 mm
Jack, 2008	-VI Tipo II	Modelo de Infiltración de Fluidos	34	2 mm

DISCUSIÓN

El sellado coronal se considera uno de los factores más importantes para evaluar el éxito del tratamiento endodóntico una vez finalizado. Un pobre o deficiente sellado coronal puede llevar a la contaminación ya sea por la entrada de saliva, restos de alimentos, bacterias y sus endotoxinas en los conductos radiculares ya obturados.

Debido a la gran importancia del sellado coronal post tratamiento endodóntico, se han realizado constantes estudios para lograr determinar un material de obturación que pueda ser utilizado como barrera intracoronaria y que genere una barrera protectora impermeable entre el sistema de conductos radiculares y la cavidad oral en caso de que la restauración definitiva falle o por algún motivo este ausente, permitiendo favorecer el éxito del tratamiento endodóntico (59).

En algunos estudios se han evaluado y comparado diversos materiales en distintas condiciones y con distintas técnicas. Por ejemplo, en el caso del tipo de material utilizado existen diversos estudios en el que comparan materiales como vidrios ionómeros tradicionales (Vitrebond®) o vidrios ionómeros modificados con resina (Fuji XI LC®, Fuji II LC®), cemento de MTA (Proroot®) algunas resinas compuestas ya sea fluida o convencionales (3M®) hasta cementos de Biodentine® y amalgama, y que han demostrado una mayor o menor microinfiltración ante las diversas técnicas *in vitro* que se han comparado.

En el estudio de Vilay el 2009 y de Rashmi el 2018, se evaluaron la microinfiltración hacia la gutapercha utilizando cemento de vidrio ionómero convencional (Vitrebond®) y FUJI XI LC® respectivamente resultando efectivos para prevenir la microinfiltración hacia la gutapercha en un espesor de 4 mm de gutapercha con 1 mm de sellador coronario (59, 53), mientras que en otros estudios como el Zarenejad y de Vasoughhosseini se realizan

comparaciones y pruebas utilizando cementos de vidrio ionómero modificado con resina (Fuji II LC®) y MTA (Proroot®), indicando que ambos presentan un buen sellado sin diferencias significativas entre ellos y ambos con un espesor de 3 mm de material dejando en evidencia que, en este caso, el vidrio ionómero es un buen material para ser utilizado como barrera intracoronaria. Sin embargo, el vidrio ionómero modificado con resina también ha sido comparado con algunas resinas fluidas o convencionales y con el MTA presentando algunas desventajas frente a estos materiales.

Por ejemplo, Sakshi el 2015 compara la capacidad de sellado del cemento MTA (Proroot®), cemento MTA (Angelus®), Biodentine® y cemento de vidrio ionómero modificado con resina (Fuji II LC®) en un espesor de 3 mm cada uno, donde el material que presentó la menor infiltración fue el Biodentine®, mientras que la máxima infiltración se presentó en el cemento de vidrio ionómero (61). A pesar de estos resultados se debe tener en cuenta que todos estos materiales presentaron infiltración.

En el caso de Kishore en el 2015, comparó la filtración de un colorante en el cemento de vidrio ionómero Tipo II (Ketac Molar®), cemento de vidrio ionómero modificado con resina (Fuji II LC®), resina compuesta convencional (3M®) y amalgama en espesores de 3 mm cada uno, resultando la menor filtración de colorante en la resina compuesta seguida de la amalgama, mientras que la mayor filtración la presentó el cemento de vidrio ionómero tanto de autocurado como modificada por resina (62).

Al evaluar el material de MTA, encontramos que existe una mayor cantidad de resultados positivos en los diversos estudios comparativos, en cuanto a la efectividad frente a la microinfiltración. Así lo demuestran los estudios de Salim en el 2015, Malik en el 2013 y Yavari en el 2012 quienes comparan el MTA con algunas resinas y con el mismo vidrio ionómero modificado con resina como es Fuji II LC®, llegando todos a la conclusión que el cemento de MTA tiene una mejor capacidad de sellado en comparación al cemento de vidrio ionómero y a las resinas compuestas.

Por lo tanto, en cuanto al tipo de material se refiere, se considera que el material que presenta mejores resultados es el cemento de MTA por sobre el vidrio ionómero modificado con resina y por sobre las resinas compuestas fluidas y convencionales.

A pesar de estos resultados, el análisis del mejor material como barrera coronaria no depende solo de el tipo de material a utilizar sino de la técnica y el modelo en la cual se realizó el diseño experimental, debiendo evaluar estos aspectos y analizarlos.

Según los resultados de la literatura consultada, se han encontrado distintos modelos experimentales *in vitro* utilizados, donde lo importante de cada uno de estos modelos de evaluación es que los resultados sean extrapolables al comportamiento del material utilizado como barrera intracoronaria *in vivo*.

Dentro de los métodos de evaluación de la infiltración de las barreras intracoronarias, encontramos los que utilizan un modelo de estudio microbiológico, destacando como ventaja representar de mejor manera el ambiente y la microflora oral teniendo presente la gran cantidad de microorganismos que pudiesen estar involucrados (53, 59). El mismo objetivo se busca con la infiltración *in vitro* de albúmina de suero bovino y saliva, teniendo variadas opciones en cuanto a un modelo experimental microbiológico y de tejidos orgánicos (57, 58, 60).

Sin embargo, uno de los métodos más utilizados para evaluar la infiltración de las barreras intracoronarias en estudios experimentales *in vitro* es por medio de la filtración de colorantes entre los cuales destacan los estudios que utilizan azul de metileno, tinta china y Rodamina B (61,62,63).

Los estudios que evalúan el azul de metileno como colorante de observación de penetración, han obtenido mejores resultados con el cemento de MTA, con resultados similares al evaluar colorantes como la tinta china (56) y Rodamina B.

En general, las ventajas de usar un colorante u otro se basa en el tamaño de partícula que presentan, evaluando la capacidad de penetrar e infiltrar el sellado coronario, mientras que la desventaja es que las condiciones de la cavidad oral no son replicadas a la perfección porque la cavidad oral presenta un microambiente mucho más complejo conformadas por microorganismos y fluidos orgánicos de tamaños de partículas muy variados. En cambio, los modelos microbiológicos utilizados *in vitro* son más cercanos a un microambiente oral, presentando la desventaja o dificultad de mantener la seguridad biológica de estas bacterias y la complejidad en la manipulación y estructura del modelo biológico a diseñar (64).

Por lo tanto, existen variados métodos y técnicas en los que se ha evaluado y comparado la efectividad de los distintos materiales utilizados como barreras intracoronarias, siendo imposible determinar cuál de ellas es mejor, ya que todas obtienen distintos resultados, siendo validadas con otros estudios (64).

CONCLUSIONES

- Es indispensable el uso de una barrera intracoronaria una vez finalizado el tratamiento de endodoncia para evitar la contaminación del tratamiento en caso de que la restauración definitiva sea deficiente o este ausente.
- Dentro de los distintos tipos de materiales utilizados como barreras intracoronarias, el que presenta la mejor capacidad de sellado es el cemento MTA.
- Si comparamos los resultados analizados, el cemento de vidrio ionómero que presenta la mejor capacidad de sellado al ser utilizado como barrera intracoronaria es el modificado con resina (Light Cured).

SUGERENCIAS

Si bien el cemento MTA es el que presenta la mejor capacidad de sellado cuando es utilizado como barrera intracoronaria en espesores de 1 o 2 mm, su costo clínico es un factor para tener en consideración a la hora de decidir su uso. Bajo esta premisa se sugiere seguir realizando investigaciones para poder encontrar un material que cumpla con las necesidades de sellado óptimo, pero a su vez que pueda ser utilizado clínicamente de manera masiva.

RESUMEN

El objetivo del tratamiento endodóntico es limpiar, desinfectar y darle forma para lograr un correcto sellado del conducto radicular. Es de suma importancia el sellado coronal porque la saliva es capaz de disolver el material de relleno del canal radicular, lo que resulta en contaminación a lo largo del conducto y el desarrollo de enfermedades periapicales.

La búsqueda del material de relleno endodóntico que cumpla con todas las características ideales es un proceso continuo. La presente revisión de la literatura tuvo como objetivo analizar la capacidad de sellado de los cementos de vidrio ionómeros utilizados como barreras intracoronarias en dientes tratados endodónticamente.

Para esto se realizó una búsqueda incluyendo estudios y reportes de casos publicados entre enero de 2008 y noviembre de 2018. Se seleccionaron palabras claves para ser utilizadas en cuatro metabuscadores. Luego de realizar la búsqueda, se aplicaron los criterios de inclusión/exclusión y se filtró por análisis de títulos y abstracts. Se eliminaron los artículos duplicados y se excluyeron dos por no tener acceso al full text. Finalmente, en esta revisión sistemática de la literatura se incluyeron un total 12 artículos.

En conclusión, es indispensable el uso de una barrera intracoronaria una vez finalizado el tratamiento de endodoncia y dentro de los distintos tipos de materiales utilizados como barreras intracoronarias, el que presenta la mejor capacidad de sellado es el cemento MTA. Evaluando solo el cemento de vidrio ionómero, el que presenta la mejor capacidad de sellado al ser utilizado como barrera intracoronaria es el modificado con resina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Messer, H. y Wilson, P. Preparación para restauración y colocación de cemento temporal. Endodoncia. Principios y práctica, (Walton R. y Torabinejad M.), 2º Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana; 1996.
2. Ciftçi, A, Vardarli, DA, Sönmez, IS. Coronal microleakage of four endodontic temporary restorative materials: an in vitro study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2009; 108(4):67-70.
3. Chong BS. Coronal leakage and treatment failure. Journal Endod 1995; 21: 159-60.
4. Sritharan A. Discuss that the coronal seal is more important than the apical seal for endodontic success. Austr Endod J 2002; 28: 112-5.
5. Siqueira JF, Roças IN, Favieri A, Abad EC, Castro AJ, Gahyva SM. Bacterial leakage in coronally unsealed root canals obturated with 3 different techniques. O Surg O Med O Pathol 2000; 90: 647-50.
6. Blaney TD, Peters PD, Setterstrom J, Bernier WE. Marginal sealing quality of IRM and Cavit as assessed by microbial penetration. J Endod 1981; 7: 453-7.
7. Mavec JC, McClanahan SB, Minah GE, Johnson JD, Blundell RE Jr. Effects of an intracanal glass ionomer barrier on coronal microleakage in teeth with post space. J Endod 2006; 32:120 –2.
8. Creanor SL, Saunders WP, Carruthers LMC, Strang R, Foye RH. Effect of extrinsic fluoride uptake and release of fluoride from two glass ionomer cements. Caries Res 1995; 29: 424-6.
9. Bobotis HG, Anderson RW, Pashley DH, Pantera EA. A microleakage study of temporary restorative materials used in endodontics. Journal of Endodontics 1989; 15 (12): 569- 572.
10. Weine F. Endodontic Therapy, 5ª ed. St Louis. Mosby. 379, 1989.
11. Beach C. et al. Clinical evaluation of bacterial leakage of endodontic temporary filling materials. Journal of endodontics. Vol. 22. Nº 9. 1996:459-462.

12. Marshall FJ, Massler M. The sealing of pulp less teeth evaluated with radioisotopes. *Journal of Dental Medicine*. 1961; 16: 172–84.
13. Helingl, GorfilC, SlutzkyH, Kopolovick, ZalkindM, Slutzky-GoldbergI. Endodontic failure caused by inadequate restorative procedures: review and treatment recom- mendations. *J Prosthet Dent* 2002; 87: 674 – 8.
14. Dillard CR, Barfield RD, Tilashalski KR, Chavers LS, Eleazer PD. Comparison of endodontist versus generalist regarding preference for postendodontic use of cot- ton pellets in pulp chamber. *J Endod* 2002; 28: 656 –7.
15. Wilcox L. Preparation for restoration and temporization. En Walton, RE. & Torabinejad, M. *Principles and practice of endodontics*, 3^a ed. Philadelphia, Saunders, 278-9, 2002.
16. Messer HH, Wilson PR. Preparation for restoration and temporization. En Walton, RE. Torabinejad, M.: *Principles and Practice of Endodontics*, 3^a ed. Philadelphia, Saunders. 269-81, 2002.
17. Swanson K, Madison S. A evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part I. Time periods. *Journal of Endodontics* 1987; 13 (2): 56- 59.
18. Magura ME, Kafrawy AH, Brown CE. Human saliva coronal microleakage in obturated root canals: an in vitro study. *Journal of Endodontics* 1991; 17 (7): 324- 331.
19. Torabinejad M, Kettering JD. in vitro bacterial penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. *Journal of Endodontics* 1990; 16 (12): 566- 569.
20. Friedman S, Torneck CD, Komorowski R, Ouzounian Z, Syrtash P, Kaufman A. in vivo model for assessing the functional efficacy of endodontic filling materials and techniques. *Journal of Endodontics* 1997; 23 (9): 557- 561.
21. Wolcott JF, Hicks L, Himmel VT. Evaluation of pigmented intraorifice barriers in endodontically treated teeth. *J Endod* 1999; 25: 589-92.
22. Jacquot B. et al. Evaluation of temporary restorations microleakage by means of electrochemical impedance measurements. *Journal of endodontics*. Vol. 22. N° 11. 1996: 586-589.

23. Zaia A. et al. An in vitro evaluation of four materials as barriers to coronal microleakage in root-filled teeth. *International Endodontic Journal*. Vol. 35. 2002: 729-734.
24. Chailertvanitkul P, Saunders WP, Saunders EM, MacKenzie D. An evaluation of microbial coronal leakage in the restored pulp chamber of root-canal treated multirooted teeth. *Int Endod J* 1997; 30: 318 –22.
25. Maloney SM, McClanahan SB, Goodell GG. The effect of thermocycling on a colored glass ionomer intracoronary barrier. *J Endod*. Accepted 30. August 2004.
26. Schwartz, R. S., & Fransman, R. Adhesive dentistry and endodontics: materials, clinical strategies and procedures for restoration of access cavities: a review. *Journal of Endodontics*, 2005. 31(3), 151-165.
27. Webber R. et al. Sealing quality a temporary filling material. *Oral Surg*. Vol. 46. N° 1. 1978:123-130.
28. Barthel C et al. Long-term bacterial leakage along obturated roots restored with temporary and adhesive fillings. *Journal of endodontics*. Vol. 27. N° 9. 2001:559-562.
29. Pisano D. et al. Intraorifice sealing of gutta-percha obturated root canals to prevent coronal microleakage. *Journal of endodontics*. Vol. 24. N° 10. 1998:659-662.
30. Goldberg F. Soares I. *Endodoncia técnica y fundamentos*. Editorial Médica Panamericana. Argentina. 2002:181-192.
31. Wazzan KA, Al Harbi AA, Hammad IA. The effect of eugenol & endash; containing temporary cement on the bond strength of two resin composite core materials to dentin. *J Prosthodont* 1997; 6:37-42.
32. Jung M, Ganss C, Sender S. Effect of eugenol & endash; containing temporary cements on bond strength of composite to enamel. *Oper Dent* 1998; 23:63-8.
33. Gilles J. et al. Dimensional stability of temporary restoratives. *Oral Surg*. Vol. 40. N° 6. 1975:796-800.
34. Anusavice K. *Phillips - Ciencia de los materiales dentales*. 11th ed. Elsevier Ltd; 2004. 854 p.

35. Hansen SR, Montgomery S. Effect of restoration thickness on the sealing ability of TERM. *J Endod.* 1993;19(9):448–52.
36. Imura N, Otani SM, Campos MJA, Jardim EG, Zuolo ML. Bacterial penetration through temporary restorative materials in root-canal-treated teeth in vitro. *International Endodontic Journal* 1997; 30: 381- 385.
37. Roghanizad N. y Jones J. Evaluation of coronal microleakage after endodontic treatment. *Journal of endodontics.* Vol. 22. Nº 9. 1996:471-473.
38. Barthel CR, Strobach A, Briedigkeit H, Göbel UB, Roulet J-F. Leakage in roots coronally sealed with different temporary fillings. *Journal of Endodontics* 1999; 25 (11): 731- 734.
39. Uranga A, Blum J-Y, Esber S, Parahy E, Prado C. A comparative study of four coronal obturation materials in endodontic treatment. *Journal of Endodontics* 1999; 25 (3): 178- 180.
40. Ray HA, Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. *International Endodontic Journal* 1995; 28: 12-18.
41. Calatrava L. La microfiltración como problema clínico. *Acta Odontológica Venezolana.* Nº 3. 1987:441-450.
42. Saunders WP, Saunders EM. Coronal leakage as a cause of failure in root-canal therapy: a review. *Endodontics and Dental Traumatology* 1994; 10: 105-108.
43. Leonard JE, Gutmann JL, Guo IY. Apical and coronal seal of roots obturated with a dentine bonding agent and resin. *International Endodontic Journal* 1996; 29: 76-83.
44. Ebert, J, Löffler C., Roggendorf, MJ, Petschelt, A, Frankenberger, R. Clinical adhesive sealing of the pulp chamber following endodontic treatment: influence of thermomechanical loading on microleakage. *J Adhes Dent* 2009. 11(4):311-317.
45. Bailón, SM. Capacidad de sellado de materiales diferentes en dientes tratados endodónticamente. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2011. 16 (1):105-109.
46. Ingle J. y Bakland L. *Endodoncia.* 4º Edición. Editorial McGraw-Hill Iberoamericana. México. 1997:316-323.

47. Canalda S, Brau A Endodoncia Técnicas clínicas y bases científicas 1ra ed. Barcelona: Editorial Masson; 2001.
48. Spangberg L S, Acierno T G, Yongbum cha B. Influence of entrapped air on the accuracy of leakage studies using dye penetration methods. *J Endod* 1989; 15 (11): 548-51.
49. Katz A, Rosenwasser R, Tamse A. Root positioning and leakage to dye in extracted teeth using reduced pressure. *Int Endo J* 1998; 31 (1):63-6.
50. Azabal M, Menasalvas G, Vega J M^a, Hidalgo J. Estudio in vitro de la filtración apical en dientes obturados con puntas de gutapercha que contienen en su composición hidróxido de calcio. *Profesión Dental* 1999; Vol 2 n° 2.
51. Tapsir, Z., Ahmed, H. M. A., Luddin, N., & Husein, A. Sealing ability of various restorative materials as coronal barriers between endodontic appointments. *The journal of contemporary dental practice* 2013; 14(1), 47.
52. Parekh, B., Irani, R. S., Sathe, S., & Hegde, V. Intraorifice sealing ability of different materials in endodontically treated teeth: An in vitro study. *Journal of conservative dentistry* 2014; JCD, 17(3), 234.
53. Rashmi, N., Shinde, S. V., Moiz, A. A., Vyas, T., Shaik, J. A., & Guramm, G. Evaluation of Mineral Trioxide Aggregate, Resin-modified Glass Ionomer Cements, and Composite as a Coronal Barrier: An in vitro Microbiological Study. *The journal of contemporary dental practice* 2018; 19(3), 292-295.
54. Yavari, H., Samiei, M., Eskandarinezhad, M., Shahi, S., Aghazadeh, M., & Pasvey, Y. An in vitro comparison of coronal microleakage of three orifice barriers filling materials. *Iranian endodontic journal* 2012; 7(3), 156.
55. Malik, G., Bogra, P., Singh, S., & Samra, R. K. Comparative evaluation of intracanal sealing ability of mineral trioxide aggregate and glass ionomer cement: An in vitro study. *Journal of conservative dentistry* 2013; JCD, 16(6), 540.
56. Divya, K. T., Satish, G., Srinivasa, T. S., Reddy, V., Umashankar, K., & Rao, B. M. Comparative evaluation of sealing ability of four different restorative materials used as coronal sealants: an in vitro study. *Journal of international oral health* 2014; JIOH, 6(4), 12.

57. Vosoughhosseini, S., Lotfi, M., Shahmoradi, K., Saghiri, M. A., Zand, V., Mehdipour, M., ... & Doosti, S. Microleakage comparison of glass-ionomer and white mineral trioxide aggregate used as a coronal barrier in nonvital bleaching. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2011; 16(7), 1017-21.
58. Zarenejad, N., Asgary, S., Ramazani, N., Haghshenas, M. R., Rafiei, A., & Ramazani, M. Coronal microleakage of three different dental biomaterials as intra-orifice barrier during nonvital bleaching. *Dental research journal* 2015; 12(6), 581.
59. Vijay, R., & Indira, R. Effect of glass-ionomer cement as an intra-canal barrier in post space prepared teeth: An in vitro study. *Journal of conservative dentistry* 2009; JCD, 12(2), 65.
60. Jack, R. M., & Goodell, G. In vitro comparison of coronal microleakage between Resilon alone and gutta-percha with a glass-ionomer intraorifice barrier using a fluid filtration model. *Journal of endodontics* 2008; 34(6), 718-720.
61. Sakshi Malhotra, S., & Hegde, M. N. Analysis of marginal seal of ProRoot MTA, MTA angelus biodentine, and glass ionomer cement as root-end filling materials: An in vitro study. *Journal of Oral Research and Review* 2015; 7(2), 44.
62. Kishore Shetty, K., Habib, V. A., Shetty, S. V., Khed, J. N., & Prabhu, V. D. An assessment of coronal leakage of permanent filling materials in endodontically treated teeth: An in vitro study. *Journal of pharmacy & bioallied sciences* 2015; 7(Suppl 2), S607.
63. Salim, B., & Hassan, N. Effect of Different Intra-Orifice Barriers in Endodontically Treated Teeth Obturated with Gutta-Percha. *International Arab Journal of Dentistry* 2015; 392(3565), 1-6.
64. Veríssimo, D. M., & do Vale, M. S. Methodologies for assessment of apical and coronal leakage of endodontic filling materials: a critical review. *Journal of oral science* 2006; 48(3), 93-98.